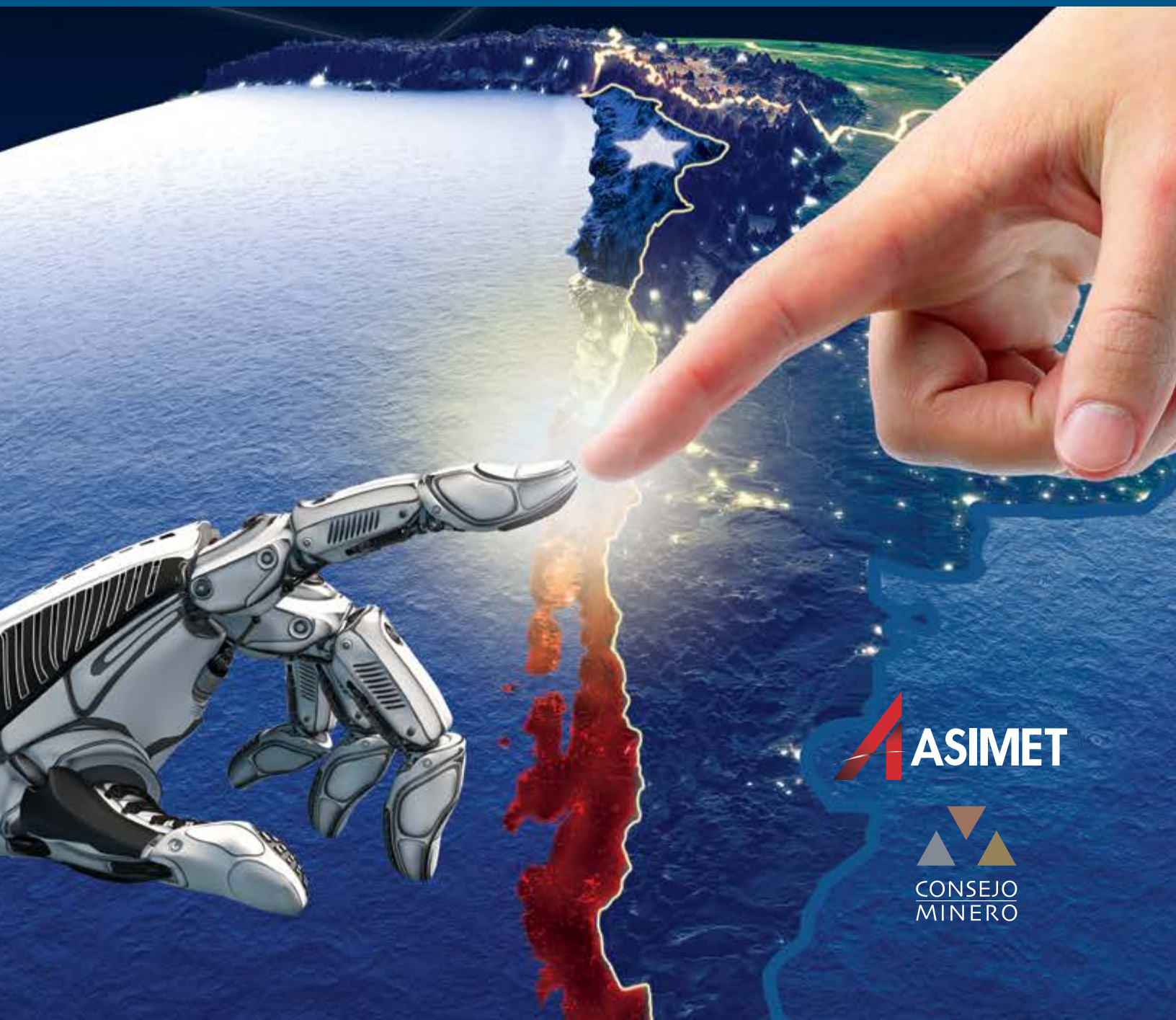
ESTRATEGIA INDUSTRIA 4.0:
DISEÑANDO EL CHILE FUTURO



ASIMET

CONSEJO MINERO

GONZALO SANHUEZA

Cuando se habla de crecimiento, en la mayoría de los casos se menciona la importancia de la innovación y la adopción de nuevas tecnologías para enfrentar el estancamiento que registra la productividad en nuestro país.
Sin embargo, hasta ahora poco hemos escuchado de la denominada Revolución Industrial 4.0, y de los desafíos y riesgos que esta revolución, que está cambiando la manera en que vivimos, trabajamos, y nos relacionamos, plantea.
Es por ello que este estudio es una invitación a reflexionar sobre la importancia que esta revolución tecnológica tendrá en el desarrollo futuro de nuestro país, y sobre la necesidad y urgencia que existe de generar las condiciones necesarias para poder insertarnos en ella de manera exitosa.

MÁXIMO PACHECO

Valoro de manera especial la iniciativa que está desplegando ASIMET y el CONSEJO MINERO para convocarnos a conversar, pensar y definir los desafíos y tareas que tenemos para construir la empresa chilena 4.0. Este esfuerzo se fortalece con el documento de Manuel Marfán y Patricio Meller "Estrategia Industria 4.0. Diseñando el Chile Futuro".
Es de toda evidencia que Chile necesita redefinir el rol del Estado para que este asuma, en plenitud y de manera clara y eficaz, la responsabilidad de liderar y convocar a los diferentes actores para construir una visión de país que permita que el desarrollo y el bienestar que reclaman nuestros ciudadanos brote y dé frutos para todos. Lo anterior solo se logra con un Estado que represente el bien común y el interés público, y no se deje capturar por intereses comerciales o corporativos de grupos. El diálogo a que nos convocan pondrá en el centro de la atención los temas del desarrollo de talento humano; la transformación y fortalecimiento de la gestión empresarial con la urgente necesidad de ser innovadores y creativos, con más investigación y desarrollo; avanzar en la descentralización del aparato público y de las empresas privadas y sus profesionales, e impulsar un ordenamiento territorial que garantice desarrollo con protección ambiental.
En un mundo global y digital requerimos ser más productivos y competitivos. Nada de esto lo lograremos si no somos capaces de aprender a cooperar entre nosotros, dentro de la empresa, con los trabajadores, profesionales y técnico-profesionales, en la industria, con el Estado y de la mano con los dirigentes sociales, las comunidades y el mundo académico.

ESTRATEGIA INDUSTRIA 4.0: DISEÑANDO EL CHILE FUTURO

Manuel Marfán y Patricio Meller

Julio 2019

Presentación

Chile vivió por tres décadas un ciclo virtuoso de crecimiento que está llegando a su fin desde hace algunos años. Se trata de un fenómeno común en la historia de muchas economías en el mundo, y cuyo desenlace es claro: sólo las que mutaron su estrategia de crecimiento dieron el salto al desarrollo. Las que no lo hicieron cayeron en la "trampa del ingreso medio".

Nuestro país se encuentra hoy en un momento crucial y crítico para tomar el camino correcto, y que es por el que transitan actualmente las más grandes y dinámicas economías del mundo, que han desarrollado estrategias agresivas para no quedar rezagadas en su competitividad. Estas estrategias son las que se enfocan en lo que denominamos Industria 4.0., que aborda la reindustrialización del mundo con un enfoque que, desde hace una década, está cambiando significativamente la forma y fondo de las políticas públicas para impulsar la modernización productiva.

Las empresas, el Gobierno y toda la sociedad tienen que colaborar para desarrollar un modelo sistémico sustentable que se adapte a la Reindustrialización 4.0. Como primer paso fundamental, se requiere una estrategia educacional digital, pero que tiene ser complementada con programas continuos de calificación y recalificación en el lugar de trabajo. Además, hay que construir una infraestructura TIC para que las Pymes puedan incorporarse al mundo digital y a las nuevas tecnologías.

Las estrategias empresariales convencionales "más de lo mismo" o "copiar y replicar" no van a seguir funcionando para enfrentar los nuevos desafíos. Hay que señalar a priori que no existe una "receta mágica" que le sirve a todas las empresas. Es conveniente revisar las experiencias y estrategias utilizadas por empresas exitosas de los países desarrollados y los del Sudeste Asiático.

La Industrialización 4.0 es un concepto nuevo y complejo de entender, por lo que en primer lugar hay que crear conciencia y comprensión respecto de él, y segundo, introducir el pensamiento estratégico al respecto. Esta etapa tiene que ser internalizada por los CEO, y luego ser transferida a toda la empresa.

El World Economic Forum (WEF) nos ha señalado que la nueva Industria 4.0 constituye una oportunidad para que un país emergente como Chile pueda dar un salto y transformarse en un país desarrollado. ¿Estamos preparados? Según el WEF, no, pero agrega que sí podríamos subirnos a este carro si elaboramos una estrategia para aprovechar las posibilidades existentes.

El Estado tiene que desempeñar un rol activo, vía recursos públicos, y como articulador para la implementación de la Tecnología 4.0 por parte de las empresas, creando un Ecosistema entre las asociaciones gremiales, sindicatos y la academia, para que puedan desarrollar las aptitudes requeridas para la competencia internacional.

Este estudio de ASIMET y el Consejo Minero, elaborado por los economistas Manuel Marfán y Patricio Meller, pretende justamente eso: ser un primer paso en la búsqueda de esas oportunidades y la creación de una Hoja de Ruta para la Inserción decidida de Chile en la Cuarta Revolución Industrial, pero por sobre todo, constituir una "luz de aviso" para crear conciencia respecto de la urgencia de tomar a tiempo este tren de la reindustrialización... De no hacerlo, no llegaremos a destino.

Dante Arrigoni C.
Presidente ASIMET

ÍNDICE

ESTRATEGIA INDUSTRIA 4.0: DISEÑANDO EL CHILE FUTURO

Contenido

Motivación y Restricciones del Contexto Local 9

CAPÍTULO I **11**

REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA 4.0 Y SECTOR INDUSTRIAL

1.- Perspectiva Histórica de las Revoluciones Industriales **12**

Introducción

1.1 La Primera Revolución Industrial 12
1.2 La Segunda Revolución Industrial 16
1.3 La Revolución de la Tecnología de la Información 19
1.4 La Revolución Industrial 4.0 21

2.- Relevancia de la Industria **24**
Relación Histórica Industria – Desarrollo Económico

2.1 Virtudes de la Industria 24
2.2 Convergencia y Divergencia 25
2.3 Cambios Estructurales y Patrones de Especialización Productiva 25

3.- El Futuro de la Industria **27**

3.1 La Evolución Reciente de la Industria en el Mundo 27
3.1.1 Desindustrialización 27
3.1.2 La Lógica de la "Reindustrialización" 28
3.2 El Rol Industrial de China 29
3.3 Los Servicios y la Industria 31
3.4 Los Recursos Naturales y la Industria 33

4.- Estrategias Empresariales para Enfrentar la Revolución Industrial 4.0 **34**

CAPÍTULO II **39**

URGENCIA, INSERCIÓN INDUSTRIA 4.0 E IMPACTO SOCIAL

1.- Consenso en Países Desarrollados **40**

2.- Urgencia por Incorporarse a la Industria 4.0

2.1.- La Revolución Industrial 4.0 es diferente a las anteriores (Schwab, 2016) 41
2.2.- La RI 4.0 tiene un gran impacto cómo se organizan las empresas 41
2.3.- La velocidad y aceleración de la innovación es difícil de comprender y anticipar 41
2.4.- Cambios esperados al año 2025 41
2.5.- Innovación: clave para competir en el futuro cercano 41
2.6.- Efectos de la RI 4.0 42

3.- Obstáculos para la Implementación de RI 4.0 **42**

4.- Industria 4.0 y el Largo Plazo **42**

5.- Impacto Social de la RI 4.0 **43**

CAPÍTULO III **47**

VOLVER A CRECER

1.- El Fin de un Ciclo **49**

1.1 Análisis histórico 49
1.2 Otro país 52

CAPÍTULO IV **55**

LECCIONES DE LA HISTORIA

1.- Cooperación Estratégica 56
2.- Competitividad 59
3.- Planificación Estratégica 62

CAPÍTULO V **63**

INDUSTRIA 4.0

1.- Un Cambio de Era **64**

2.- Nadie Queda Atrás **66**

Recuadro A: El Modelo de Lewis **67**

Recuadro B: Teoría de Juegos **69**

CAPÍTULO VI **71**

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RI 4.0

1.- Introducción **72**

2.- Elementos para una Agenda Industria 4.0 en Chile **72**

3.- Revisión de las Políticas Públicas Aplicadas por los Países Desarrollados **73**

3.1 Planteamiento explícito 73
3.2 No aplicar una política de escoger sectores ganadores 74
3.3 Creación de un Ecosistema 74
3.4 Capacitación de capital humano 75
3.5 Medidas y políticas específicas para la adopción de la Tecnología 4.0 76
3.6.- Fondos Públicos y Privados destinados a Iniciativas vinculadas a la Industria 4.0 76

CAPÍTULO VII **79**

RECOMENDACIONES **80**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **81**

ANEXOS **83**

Anexo A: Políticas Públicas para Enfrentar la Revolución Industrial 4.0 84
Anexo B: Algunos Beneficios Adicionales de la RI 4.0 89
Anexo C: Diversas Estrategias de Países para Incorporar la Tecnología Moderna 90

ESTRATEGIA INDUSTRIA 4.0: DISEÑANDO EL CHILE FUTURO

Manuel Marfán y Patricio Meller[1]

MOTIVACIÓN Y RESTRICCIONES DEL CONTEXTO LOCAL

Estamos viviendo en un cambio de era. Las nuevas tecnologías y las innovaciones están transformando el mundo a una velocidad sorprendente. Hay múltiples innovaciones tecnológicas que están apareciendo y que generan oportunidades para modificar la manera de hacer las cosas y para aumentar la productividad. Aun cuando sea factible adaptarse a lo que está sucediendo ahora, hay que anticipar los cambios que van a generarse en el futuro inmediato.

¿Cómo evitar la parálisis ante la avalancha de estos nuevos y novedosos inventos? Más aún, ¿cómo aprovechar estas nuevas tecnologías para aumentar la productividad y el crecimiento? En otras palabras, ¿cómo puede Chile insertarse en la Revolución Industrial 4.0?

El propósito central de este estudio es plantear que la estrategia de crecimiento de Chile esté vinculada a la Revolución Industrial 4.0. Hay urgencia en hacer esto, por cuanto "el futuro (tecnológico) ya está aquí". Los países desarrollados han comprendido esta urgencia y sus Gobiernos han adoptado un rol activo para apoyar a sus empresas productivas en la adopción de las nuevas tecnologías; esto ha implicado la elaboración de estrategias de implementación de la Revolución Industrial 4.0 a través de una interacción colaborativa entre el sector público y el sector privado. Algo similar habría que hacer aquí en Chile incorporando además al sector académico y a la sociedad civil.

El Reino Unido es uno de los países que tiene un Estado poco interventor. Por esto es interesante lo que el Gobierno Conservador ha delineado en su **Industrial Strategy. Building a Britain fit for the Future** (2017; 256 págs.)[2]: El Gobierno inglés plantea una Estrategia Industrial Moderna que va a ayudar a las empresas a crear empleos de calidad a lo largo de todo el país. Para este efecto propone un nuevo enfoque de cómo los sectores público y privado pueden actuar conjuntamente para generar una nueva economía. Esto requiere un "Estado fuerte y estratégico" que interviene activamente donde puede hacer la diferencia.

El Gobierno inglés asevera en su Estrategia que los Gobiernos tienen una responsabilidad que va más allá de promover la competencia. (i) El Estado puede efectuar inversiones de largo plazo que no puede ejecutar ningún otro agente económico. (ii) El Estado moderno es el mecanismo más potente para coordinar y compartir los riesgos. Hay que entender que cualquier estrategia para el futuro implica riesgos; una estrategia industrial exenta de riesgos no es una estrategia.

La Estrategia Industrial inglesa es para el largo plazo. Proporciona un marco de referencia para las decisiones de inversión de los sectores público y privado. Es una Estrategia que será implementada por las empresas con participación de los innovadores, trabajadores y los académicos.

La Estrategia Industrial inglesa se plantea como desafío: "No basta con observar la economía que tenemos. Tenemos que prepararnos para la economía que queremos ser". Las nuevas tecnologías están transformando las vidas de trabajadores, productores, ciudadanos y consumidores a través de todo el mundo. La Estrategia Industrial inglesa va a definir las decisiones que hay que tomar ahora y en el futuro. El Green Paper de la Estrategia inglesa fue elaborado vía consulta a 2.000 organizaciones del Reino Unido, durante un período de 10 meses.
Como se verá más adelante, la mayoría de los países desarrollados ha generado estrategias similares a la inglesa para insertarse en la Revolución Industrial 4.0.

Para el proceso de inserción en la Industria 4.0 conviene tener presente que éste es un concepto nuevo y complejo de entender. Entonces esto requiere etapas secuenciales. 1º: crear conciencia y comprensión respecto del concepto. 2º: introducción del pensamiento estratégico en la sociedad, sector público, sector privado, trabajadores y académicos. Esta etapa tiene que ser internalizada en las empresas por los CEO, y luego transferirla a toda la empresa.

[1]Los autores agradecen los valiosos comentarios de Dante Arrigoni, Máximo Pacheco, Gonzalo Sanhueza y Joaquín Villarino. Como es habitual, los autores son los únicos responsables del contenido de este estudio.
[2]Lo que sigue a continuación es una traducción bastante cercana al texto original inglés.

Hay que entender que la incorporación a la Cuarta Revolución Industrial 4.0 constituye un proceso de largo plazo. Por eso se requiere la elaboración de un enfoque sistemático inter-temporal que defina la visión hacia dónde va el país.

El World Economic Forum plantea que la nueva Industria 4.0 constituye una oportunidad para que un país emergente (Chile) pueda dar un salto y transformarse rápidamente en un país desarrollado. Pero, ¿está Chile preparado para esto? Según el Report WEF, no lo está, pero Chile podría elaborar una estrategia para aprovechar las posibilidades existentes. La incorporación de la Estrategia Industria 4.0 debería insertarse dentro de la estrategia económica nacional.

Por otra parte, existe consenso en muchos países desarrollados (PD) respecto de la necesidad de tener un sector industrial significativo y competitivo para capturar los beneficios de la innovación y el emprendimiento; esto facilitaría la inserción en la Industria 4.0. Gran parte del aprendizaje industrial está vinculado a través de las diversas etapas del proceso "manufacturar bienes". El modelo explícito es: "Inventado (o diseñado) aquí porque fue hecho aquí. En otras palabras, una base industrial sólida se considera crucial para generar innovación; "hecho aquí ("made in Chile").

Los países tienen que preocuparse de los costos del ajuste vinculados a la inserción en la Industria 4.0. Esto les permitirá estar en una mejor posición para aprovechar las oportunidades que genera la RI 4.0, las cuales dependerán críticamente de lo que hagan los Gobiernos de los países para facilitar y apoyar a las firmas existentes y nuevas en su inserción en la RI 4.0. Los países europeos están invirtiendo alrededor de €10.000M por año para digitalizar su industria. Casi el 50% de este monto es financiado por el sector privado, y el resto por el sector público.

Por otra parte, el impacto social de la RI 4.0 tiene que ser incorporado en el proceso de inserción en la RI 4.0, de manera similar a la reducción del impacto ambiental. El rol del Gobierno no se puede restringir a subsidiar la implementación de la transformación digital. Además, tiene que promulgar nuevas leyes, estándares y políticas públicas que se hagan cargo del impacto social.

El inicio de este estudio proporciona una perspectiva histórica de las Revoluciones Industriales. Gracias a ellas el standard de vida de la población mundial cambió notoriamente, pasando de un mundo cuasi-estancado a uno muy dinámico. Pero esta Cuarta Revolución Industrial es diferente a las tres anteriores. La industria ha sido el sector líder de las Revoluciones Industriales. Se ha observado en estas últimas décadas un proceso de "desindustrialización". La respuesta de los países desarrollados ha sido la "Reindustrialización"; hay diversos motivos para esto, como se verá más adelante.

Por otra parte, si bien el foco de este estudio está centrado en la Industria, las implicancias de la Cuarta Revolución Industrial afectan a la agro-industria y a los sectores intensivos en insumos industriales, como la minería y la construcción, y en general, a todos los sectores productivos de bienes y servicios. Aún más, las fronteras tradicionales existentes entre los diversos sectores productivos (Recursos Naturales, Industria y Servicios) se están diluyendo y disolviendo. Se dice que estamos entrando a un mundo de sectores sin contornos delimitados; cualquier compañía va a competir en la producción de cualquier bien o servicio.

Más adelante, el estudio examina también la urgencia, las estrategias de inserción y las políticas públicas utilizadas por los países desarrollados para "reindustrializarse e incorporarse a la Cuarta Revolución Industrial".

Luego, en los capítulos siguientes, se analiza cómo debe Chile prepararse para poder insertarse en la Cuarta Revolución Industrial, y de esta forma, "volver a crecer" a un ritmo superior al 4% a 5%. Para este efecto se requiere una coordinación de largo plazo de empresas productivas diversas, las cuales deben implementar una "cooperación estratégica". Para que esto funcione ésta tiene que tener un "horizonte indefinido" y además enfocarse en el mercado global. La teoría de juegos es el enfoque conceptual que explica cómo generar este tipo de cooperación. La generación de un crecimiento acelerado requiere indispensablemente el aumento de la productividad y de los salarios reales. Por esto es necesario implementar la Estrategia Industria 4.0.

CAPÍTULO I

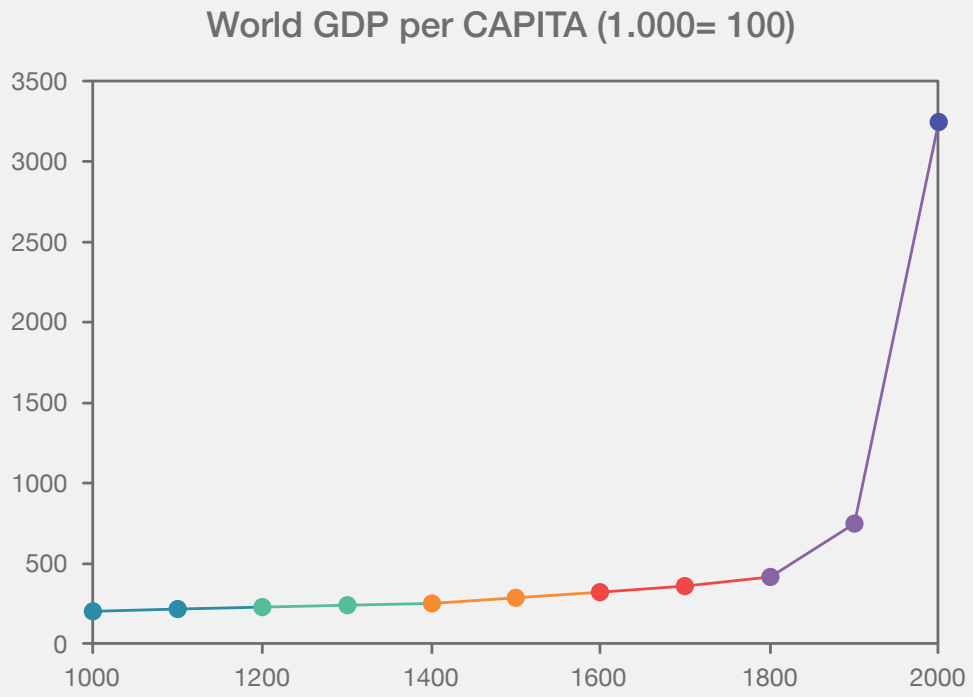
REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA 4.0 Y SECTOR INDUSTRIAL

1.- Perspectiva Histórica de las Revoluciones Industriales

Introducción

¿Qué es una Revolución Industrial?, ¿quién las realiza?, ¿cuáles son sus características?, ¿por qué se habla de 4 Revoluciones Industriales (RI)? De manera análoga a los períodos históricos, la RI no es un concepto preciso ni está amarrado a fechas concretas (difícil establecer qué año empieza y en cuál termina). Las innovaciones tecnológicas que caracterizan a una RI no transcurren de un día para otro, sino que corresponden a progresos permanentes que pueden durar décadas (Britannica Encyclopedia).

Las Revoluciones Industriales han constituido los factores principales para aumentar las tasas de crecimiento económico y el estándar de vida (de todos los países). Antes del siglo XVIII el crecimiento del ingreso/cápita de los países europeos era casi nulo; lo mismo puede decirse para la población del resto del mundo. Desde 1800 hasta ahora el ingreso/cápita de los países OECD ha aumentado 30 veces (i.e., un aumento del 3.000%).



Fuente: Angus Maddison, IMF, The Economist

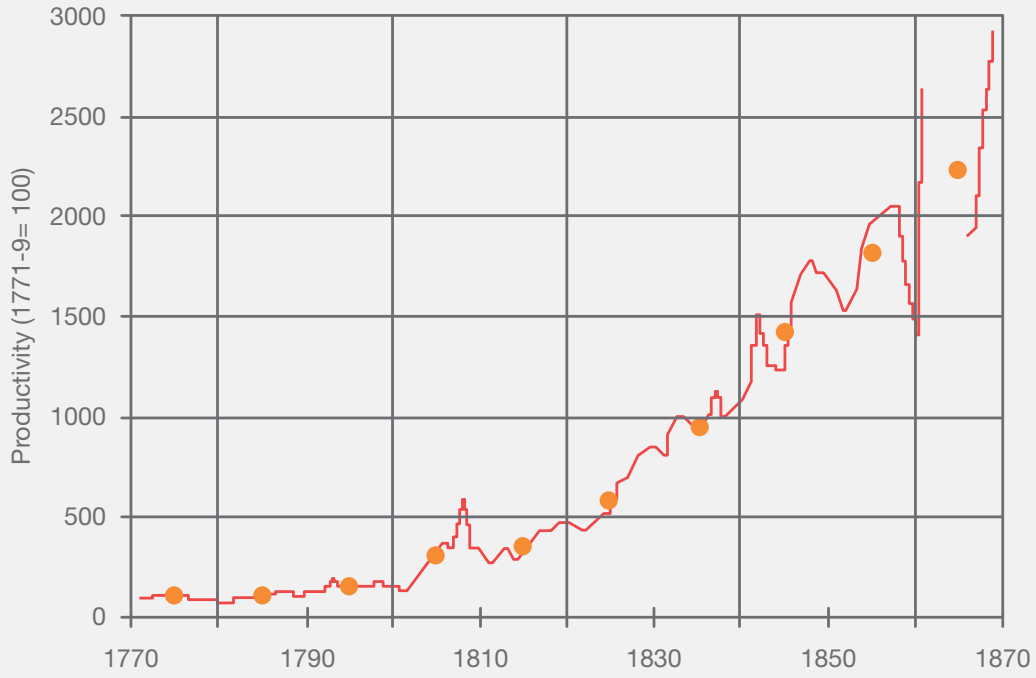
El gráfico anterior explica la visión pesimista de los economistas clásicos Adam Smith, David Ricardo y Thomas Malthus (que viven cuando se inicia la 1ª RI); durante los 800 años anteriores (desde el año 1000) ha habido un muy bajo crecimiento económico. Esto se debe a que la agricultura ha sido el principal sector productivo; la tierra es el insumo principal y hay una cantidad fija. Luego, la consecuencia lógica de esa época sugiere que no es posible mayores tasas de crecimiento económico. Así es como la economía es calificada como una disciplina "lúgubre" ("dismal science").

1.1.- La Primera Revolución Industrial

(fines siglo XVIII - comienzos siglo XIX) cambia totalmente la "lúgubre" percepción de los economistas. Esta Primera Revolución Industrial (1ª RI) se inicia en el Reino Unido y está asociada principalmente a la máquina de vapor. Sin embargo, hay que agregar varios factores adicionales: el carbón como fuente energética, las importantes aplicaciones de la máquina de vapor a la industria textil y al transporte (barco y ferrocarril), la introducción del sistema productivo vía fábricas y el rol creciente de la metalurgia.

Antes del uso de la máquina de vapor la principal fuente de energía mecánica la constituían los animales y los seres humanos[3]. La máquina de vapor (James Watt, 1736-1819) es un motor de combustión externa que transforma la energía térmica del vapor de agua en energía mecánica[4]. Esta máquina sustituye el uso de la energía humana y animal por energía de vapor. Esto permite una cierta automatización de los procesos de elaboración de productos; por ejemplo, textiles, lo cual tiene un gran efecto sobre la productividad. Se estima que la productividad (factorial total) en la industria textil inglesa (hilado y tejido de confecciones de algodón) habría aumentado a un ritmo de 3.1% anual desde la década de 1770 a la década de 1880 (Carter, 2008); i.e., en un telar una máquina de vapor con un técnico sustituye a alrededor de 20 trabajadores artesanales.

Evolución de la Productividad Total de la Industria Textil Inglesa - 1770-1880



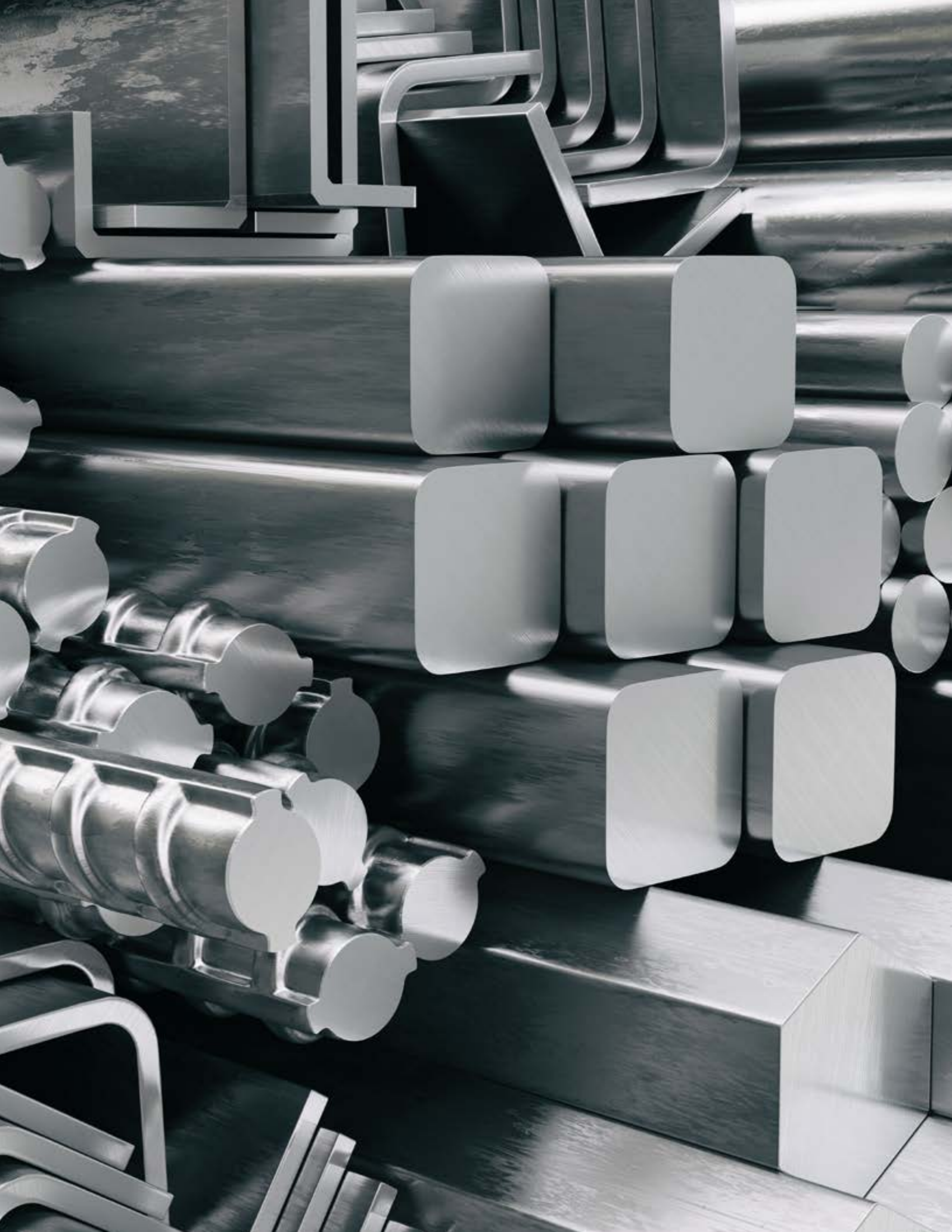
Fuente: Greg Clark

[3]El agua y el viento (vía molinos) eran relativamente poco importantes.
[4]Este motor de combustión externa tiene dos partes: (i) una caldera que calienta el agua produciendo vapor (energía térmica) que constituye la fuerza motriz, (ii) la segunda parte está formada por válvulas, bielas y pistones que generan un movimiento de vaivén en el interior de un cilindro (energía mecánica).

Previamente al siglo XVIII el principal elemento para la producción de energía térmica era la leña y/o el carbón de leña. Dados los requerimientos de energía térmica que implicaba la expansión del uso de la máquina de vapor y las necesidades de calor para la fundición de hierro, hubiera sido necesario dedicar toda la superficie (tierra) del Reino Unido a la producción forestal para poder satisfacer la demanda en cuestión.

El carbón sustituye a la leña como insumo para la generación de energía térmica y se transforma en la principal fuente energética de la 1ª RI. Durante el siglo XIX, el carbón representa el 90% de la fuente energética en el Reino Unido. El uso del carbón facilita la propagación e implementación de los motores de vapor.

Previamente a la 1ª RI la confección textil británica era producida por artesanos individuales que hacían los procesos de hilado, tejido del algodón y confección de ropa en sus casas. Obviamente, el output era reducido. Las primeras fábricas mecanizadas (con máquinas de vapor) posibilitan la producción textil en gran escala, generando importantes economías de escala. Curiosamente, Adam Smith explica las ventajas del incipiente nuevo sistema productivo capitalista (en relación al sistema artesanal) utilizando la "fábrica de alfileres" en vez de usar una fábrica textil. Adam Smith señala que la especialización y la división del trabajo (en las nuevas fábricas) generan aumentos importantes de la productividad laboral adicionalmente al uso de la maquinaria. Indicadores de la enorme expansión de la industria textil inglesa son: (a) En el año 1850 había 250.000 telares con motores de vapor (Carr & Westley, 2012); (b) La manufactura textil se convierte en el principal producto de exportación inglés en el siglo XIX.



Previamente al siglo XVIII el principal elemento La otra gran aplicación de la máquina de vapor fue en el transporte terrestre y marítimo. En el caso del transporte terrestre, el ferrocarril (combinación de una locomotora de vapor y bielas que mueven las ruedas sobre rieles) supera notoriamente la tecnología existente previamente -carretas o carros propulsados (impulsados) por caballos-. La nueva tecnología -el ferrocarril- tiene mayor velocidad, gran capacidad para transportar mucho peso (personas y productos) y mucho mayor predictibilidad para el cumplimiento de horarios y tiempos de viaje.

En el caso del transporte marítimo la incorporación de máquinas de vapor se restringió inicialmente a barcos pequeños para travesías cortas; se creía que los requerimientos de la fuente energética serían tan grandes que ocuparía la mayor parte del barco. Pero ya en 1837 se construyeron grandes embarcaciones de vapor para el servicio transoceánico entre EE.UU. y Europa. Se demostró que el espacio proporcional para la fuente energética disminuía con el tamaño del barco; en 1858 se construyó el barco más grande del siglo XIX, con un peso total cercano a 19.000 toneladas (Britannica Encyclopedia).

Veamos a continuación el gran desarrollo que tiene la metalurgia y que "constituye un factor importante para el éxito de la propagación de la 1ª RI" (Alexandra Holmes, 2012). Hay 3 innovaciones que experimenta el desarrollo de la metalurgia. (i) El cambio en la fuente energética –de leña o madera a carbón– implica en el proceso de fundición del hierro la posibilidad de mantener durante mayor tiempo altas temperaturas para lograr fundir el material. (ii) El uso de coque como combustible libera monóxido de carbono, que se combina con los óxidos de hierro del mineral y los reduce a hierro metálico. El resultado es hierro sin impurezas, que corresponde al acero. (iii) Innovaciones adicionales al proceso de producción de acero incrementan la eficiencia y reducen costos. Así se obtiene el acero que es el material procesado más popular del mundo debido a su combinación única de resistencia, durabilidad, manejabilidad, fácil de moldear y un bajo costo relativo.

Las innovaciones en el proceso metalúrgico permiten el uso del acero en la producción de partes y repuestos de maquinarias, mejores máquinas de vapor, rieles resistentes, herramientas, calderas, ferrocarriles, barcos más livianos. En breve, el crecimiento de muchos de los sectores que se expandieron durante la 1ª RI está asociado e influenciado por el desarrollo de la metalurgia. "Si no hubiera habido este desarrollo metalúrgico estaríamos viviendo hoy en un mundo mucho más atrasado" (Lee & Holmes).

En síntesis, la 1ª RI genera un quiebre disruptivo (respecto) al pasado que está asociado fundamentalmente a: (a) La introducción de la máquina en el proceso productivo, la cual sustituye al animal y complementa el trabajo humano; esto genera un gran incremento de la productividad laboral. (b) La industria sustituye a la agricultura como el sector principal de la economía. (c) Las fábricas desplazan a los productores artesanales individuales. (d) El mundo cuasi-estático agrícola es reemplazado por un mundo industrial más ambicioso y emprendedor. (e) Por primera vez en la historia el ingreso per cápita de la persona promedio (Reino Unido) aumenta permanentemente de manera importante.

1.2.- La Segunda Revolución Industrial (década de 1860 a década de 1920[5]). Esta 2ª RI se desarrolla en EE.UU. y Europa. Según Vaclav Smils (2005) en este período "se observa la mayor discontinuidad tecnológica de la historia creando así las bases del mundo moderno actual".

En efecto, es sorprendente la cantidad de inventos, artefactos, dispositivos y nuevos aparatos que son creados (Smils, 2005): (i) Entre 1860 y 1880: el teléfono, el tocadiscos, la máquina de escribir, productos químicos y el concreto armado. (ii) Década de 1880: gran cantidad de avances científicos conducen a la producción de motores eléctricos, motor de combustión interna, la electricidad y la luz eléctrica, la fotografía, la producción de aluminio. (iii) Década de 1890: motor diésel, rayos X, películas, la radioactividad, la bicicleta, la aspirina. (iv) Entre 1900 y 1920: el automóvil[6], los primeros aeroplanos y los primeros tractores, aire acondicionado.

Hay una diferencia importante entre la 1ª RI y la 2ª RI la cual está vinculada al rol de la ciencia (Mokyr, 1999). La 1ª RI produce desarrollos

[5]Diversos autores utilizan distintos períodos; Vaclav Smils usa 1867-1914; Joel Mokyr usa 1870-1914; Robert Gordon usa 1860-1900.
[6]Ver el libro "The Machine that Changed the World".

tecnológicos teniendo poca o ninguna base científica; crea máquinas de vapor sin que exista la termodinámica y desarrolla la industria del hierro y acero sin conocimiento metalúrgico. Los avances en la industria textil, química, medicina e ingeniería que ocurren antes de 1850 correspondían a conocimientos pragmáticos en que "sabían cómo hacer funcionar las cosas pero no entendían el por qué". En cambio en la 2ª RI hay una retroalimentación virtuosa entre ciencia y tecnología: (i) los científicos se abocaron a entender y explicar el funcionamiento de las diversas innovaciones, y (ii) los tecnólogos creaban instrumentos y equipos para verificar las hipótesis y teorías. Esto genera el avance del conocimiento científico y explica por qué la 2ª RI tiene un mayor auge de innovaciones y desarrollos tecnológicos con un gran impacto sobre un variado conjunto de sectores y actividades.

Las condiciones de la vida urbana en la ciudad de Nueva York en las décadas de 1870 y 1880 eran las siguientes (Gordon, 2000): Las calles estaban llenas de cerdos y de caballos; los cerdos tenían la función de comerse toda la basura. Pero a cambio dejaban excrementos por todas partes; el olor imperante (aire) era repugnante. A esto se agregaban la carne, los pollos, la leche y la fruta no refrigerada que exhibían los locales comerciales al aire libre por varios días; las epidemias de fiebre amarilla, escarlatina y viruela eran frecuentes. Por otra parte, "los hospitales eran verdaderas trampas mortales". Sólo el 2% de las casas de Nueva York tenían conexiones de agua.
Esta situación es modificada sustancialmente por la 2ªRI que genera los siguientes grupos de inventos e innovaciones (Gordon, 2000):

(a) Electricidad: que incluye la luz eléctrica y los motores eléctricos. Estos motores revolucionan el sector manufacturero por cuanto permiten descentralizar la fuente energética. Esto habilita el desarrollo y producción de los artefactos domésticos de línea blanca: refrigerador, máquina lavadora, aire acondicionado. Ver gráfico que ilustra cómo a comienzos del siglo XX los motores eléctricos constituían la principal fuente de energía (85%) del sector manufacturero norteamericano. Cincuenta años después de la invención de la electricidad (1880 a 1930) la energía mecánica (HP) de la industria norteamericana creció al 10% anual, i.e., la potencia instalada (HP) aumentó más de 100 veces (Delong, 2001).

(b) Motor de combustión interna: que hace posible la producción de autos, buses, camiones y aeroplanos. Esto estimula la construcción de carreteras, etc.

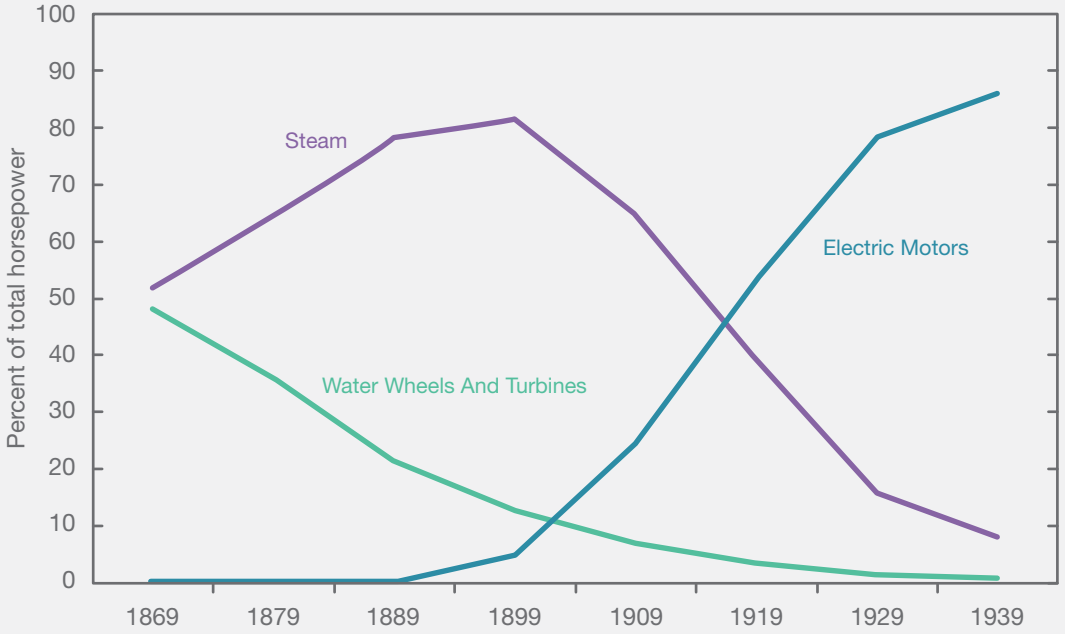
(c) Petróleo, gas natural, productos químicos, plástico y la industria farmacéutica.

(d) Comunicación: que incluye el siguiente set de inventos: telégrafo (1844), teléfono (1876), fonógrafo (1877), fotografía (décadas de 1880 y 1890), radio (1899), televisión (1911)[7].

(e) Infraestructura sanitaria: alcantarillado, redes de agua potable y agua (fría y caliente) dentro de las casas, gasfitería doméstica, baños y servicio higiénico internos.

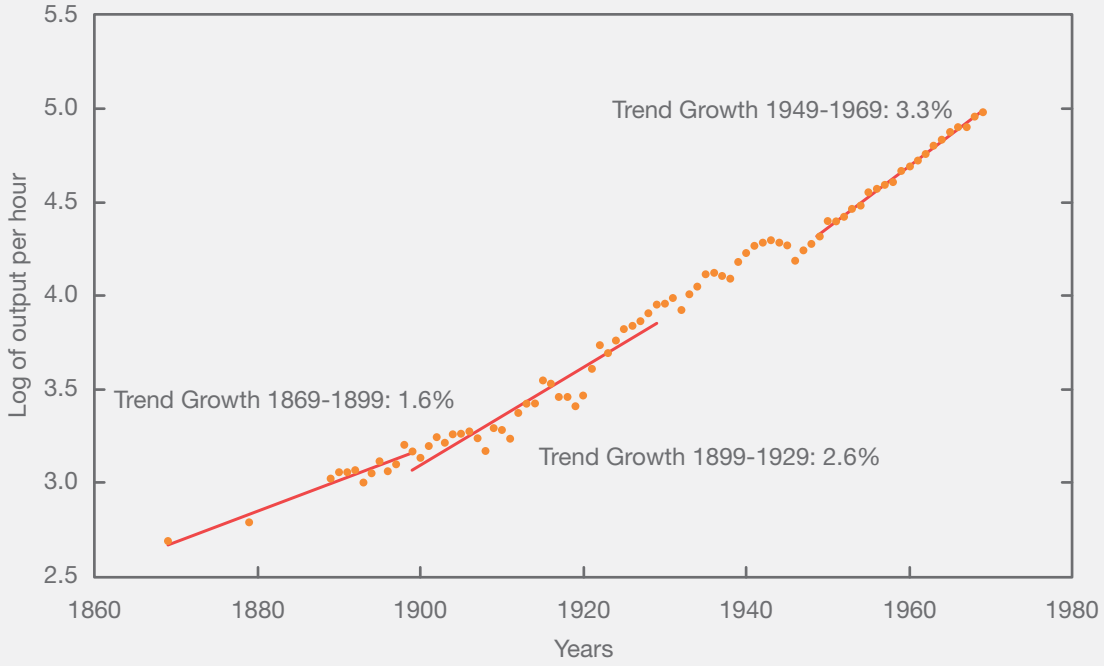
[7]Este es el único de estos inventos cuya difusión se posterga hasta después de la 2ª Guerra Mundial.

Sources of Mechanical Drive in U.S. Manufacturing Establishments 1869 - 1939



Source: Devine (1983, p. 351, Table 3)

Output per Hour in U.S. Manufacturing



Source: U.S. Department of Commerce (1973)

El impacto de este gran conjunto de inventos de la 2ª RI tiene ciertos rezagos para propagarse; lo importante es que su efecto persiste e influye notoriamente en la productividad laboral norteamericana (sector industrial) durante gran parte del siglo XX. Esta productividad laboral crece al 3.3% anual durante el período 1949-1969; en las primeras 3 décadas del siglo XX este crecimiento es menor pero significativo, 2.6% anual. Esto se traduce en un gran aumento del ingreso per cápita para los trabajadores y clase media norteamericana. Un indicador al respecto: la empresa Ford vendía anualmente 250.000 autos modelo T en la segunda década del siglo XX (Mokyr, 1999).

Es interesante observar que cuando transcurre esta 2ª RI, a excepción de Julio Verne (1828-1905), la mayoría de los escritores de la época ignoran las numerosas e importantes innovaciones que están ocurriendo y que están cambiando su modo de vida; ¿a qué se debe eso? Pero, por otra parte, la mayoría de la gente comienza a "aceptar el cambio tecnológico como algo inevitable" (Smil, 2005).

La calidad y el modo de vida del siglo XX – primero en los países desarrollados y luego en los países en desarrollo – está influenciado y determinado por la incorporación y uso de los inventos, máquinas y aparatos generados por la 2ª RI. El estándar (promedio) de vida de la población del siglo XX es muy superior a todo lo observado previamente; una familia clase media del siglo XX vivía mucho mejor que los reyes del siglo XVIII. ¿Sucederá algo similar con la familia clase media del siglo XXI respecto de la clase alta del siglo XX?

Hay un gran cambio en las expectativas de la sociedad. Mientras que en el siglo XVIII se cree que el presente y el futuro serán similares al pasado, en el siglo XX hay una visión optimista respecto del futuro[8]; cada año será mejor que el anterior y los hijos tendrán -sin lugar a dudas- un mayor nivel de bienestar que sus padres. "El cambio tecnológico y la innovación generarán un progreso permanente".

1.3.- Revolución de la Tecnología de la Información

(década de 1950 al año 2000). Esta Revolución es impulsada por el computador e Internet. Como veremos, no corresponde mantener la secuencia numérica y catalogarla como la Tercera Revolución Industrial.

Los innovadores vinculados a la Revolución de la Tecnología de la Información (RTI) plantean que ésta lo va a cambiar todo, y que el Futuro será muy distinto al Presente. Hay varias aseveraciones que ilustran esta visión:

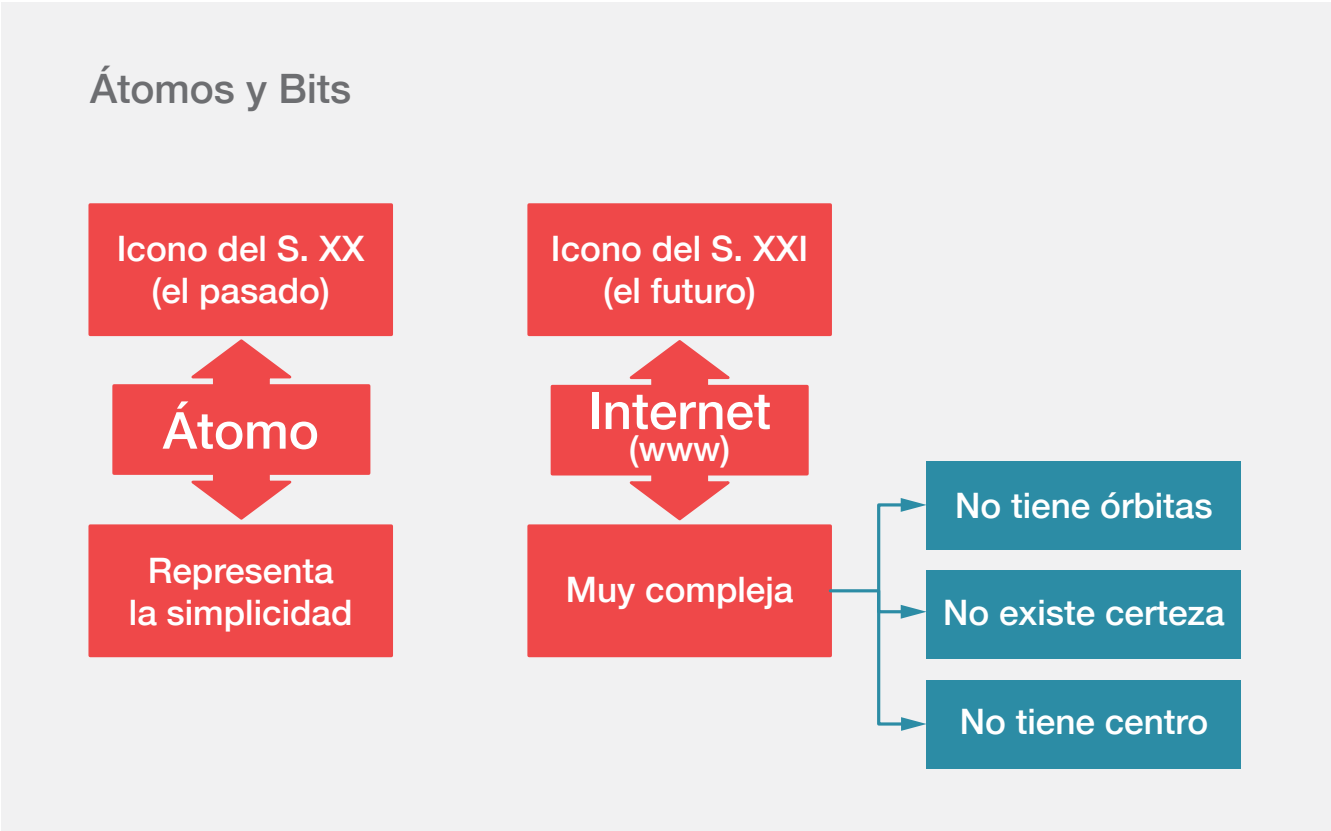
a) El computador e Internet son equivalentes a los principales inventos de la historia: fuego, rueda, alfabeto e imprenta.

b) Descartes del siglo XX (y XXI) diría: "Estoy en Internet, luego existo. Sólo existen los que están en Internet".

c) Al comparar la RTI con las dos anteriores Revoluciones Industriales se observa lo siguiente: la esencia de las RI (vía las máquinas) constituyó una amplificación del poder muscular. En cambio, la RTI implica una amplificación del poder cerebral (¿es esto efectivo?).

La Revolución TI se proyecta como la que generará la sociedad del siglo XXI. Las dos RI (1ª RI y 2ª RI) corresponden al Pasado. Los átomos serían la partícula elemental de las RI y se caracterizan por su simplicidad. Los bits (y www) constituyen la partícula elemental de la RTI; muy compleja, no tiene órbitas, no tiene centro y no hay certeza.

[8]Esto a pesar de que el siglo XX – debido a las 2 Guerras Mundiales, las numerosas guerras civiles, revoluciones y holocaustos – es el siglo más sangriento de la Historia: alrededor de 150 millones de muertos.



Los primeros computadores son desarrollados en la década de 1940. Predicciones iniciales: "Sólo va a haber un mercado mundial tal vez para cinco computadores" (Thomas Watson, Presidente de IBM, 1943). "No hay ninguna razón porque alguien va a querer tener un computador en su casa" (Ken Olsen, CEO Digital Corporation, 1977). En realidad, nadie anticipó o imaginó una máquina tan versátil y con la capacidad del computador moderno.

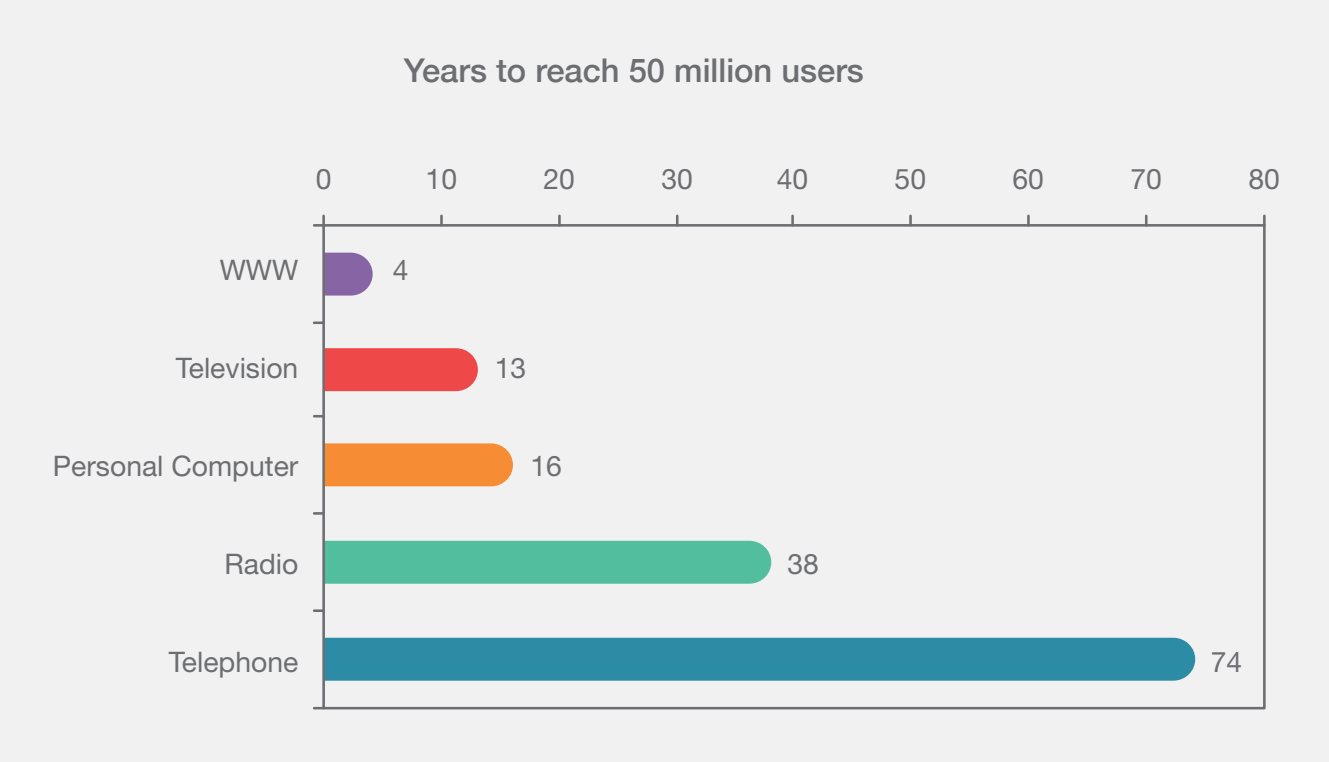
Los computadores se usan inicialmente como una calculadora gigante. Luego, como un juguete; posteriormente como una máquina de escribir avanzada y con planilla de cálculo. Hoy los computadores están en todas partes; ventas de computadores personales en el año 2000 fueron 135 M y en 2010 subieron a 351 M. Los celulares actuales (iPhone) tienen una capacidad computacional muy superior a la de los computadores de la NASA que enviaron los cohetes a la luna (1969).

Internet es una infraestructura tecnológica que permite conectar todos los computadores (mundiales); es un medio de transmisión constituido por redes de comunicación descentralizadas e interconectadas. Para garantizar las interoperabilidad de las redes físicas heterogéneas que la componen, Internet utiliza una familia de protocolos TCP/IP. El resultado es una red lógica única de alcance mundial[9].

La velocidad de difusión o penetración de Internet es sorprendente. Mientras el teléfono demoró 74 años en llegar a 50 millones de personas, la radio demoró 38 años, y la televisión demoró 13 años. Internet tardó sólo 4 años. Por otro lado, la máquina de vapor (1ª RI) demoró un siglo hasta convertirse en la principal fuente de poder del Reino Unido; la máquina eléctrica (2ª. RI) tardó 40 años para que fuera usada por el 50% de las empresas norteamericanas.

Actualmente, hay más de 4.000 millones de personas conectadas a Internet. Resulta interesante recordar la predicción (fallida) de Bill Gates (1995): "Internet es simplemente una moda pasajera" ("The internet is just a passing fad").

[9]World Wide Web (WWW o la Web) es un conjunto de protocolos (el más popular) o interfase que permite, de forma sencilla, la consulta remota de archivos de hipertexto.



Hemos visto que las dos primeras Revoluciones Industriales generaron nuevas fuentes energéticas que sustituyen lo que había antes: leña- carbón- petróleo- electricidad- nuclear. Por su parte, la Revolución TI se focaliza en potenciar la generación de conocimiento vía procesamiento de la información; así se genera el Mundo Digital.

Como vimos, los bits[10] constituyen la partícula básica del Mundo Digital. La Información se transforma en un factor central de este mundo. Veamos brevemente las diferencias que hay respecto de la información en el mundo físico (átomos) y en el mundo digital (bits)[11]: (a) La Información en el mundo de los átomos tiene: (i) alto costo de transporte; (ii) alto costo de producción; (iii) gran demora de transmisión. (b) La Información en el mundo de los bits (los bits son "casi" gratis) tiene: (i) costo marginal de producción es nulo; CMg=0. Esto genera serios problemas para el principio central de colocación de precios de la teoría microeconómica neoclásica. (ii) Costo de transporte de la Información es nulo. (iii) Transmisión instantánea (velocidad de la luz).

En este nuevo Mundo Digital, la Información es todo lo que interesa e importa y estará en Internet (WEB-RED). Además, la Información desempeñará un rol central en el proceso productivo. Este Mundo Digital produce bienes y servicios intangibles: diseño y marketing, software, información, cultura, los cuales van a ir aumentando su participación en el mercado. En el mundo de las Revoluciones Industriales las empresas automotoras eran las más grandes y de mayor valor (GM era la empresa líder y el modelo para gran parte de las empresas del siglo XX); pero a partir de 1980 GM es sustituida por Microsoft y Apple.

La visión de los inventores e innovadores del Mundo Digital enfatizan la importancia de la Interconexión a redes. Todo va a estar conectado a todo. Pero el mundo del Futuro no implica sólo la interconexión tecnológica de redes, sino la interconexión de seres humanos inteligentes. Y... no hay límite a la capacidad creativa interactiva. El siglo XXI no será una época de conexión de computadores inteligentes. Va a ser una era de seres humanos que combinan conocimiento, inteligencia y creatividad. En síntesis, la Revolución TI no es computadores e Internet. Es comunicación e interacción creativa entre seres humanos. Este es un fenómeno irreversible.

1.4.- La Revolución Industrial 4.0 (RI4.0): Esta Revolución (siglo XXI) no es fácil de caracterizar.

[10]Un bit es la conexión básica del sistema digital; está constituido por un cero (señal electrónica apagada) o un uno (señal electrónica encendida). Ocho bits (serie de ceros y unos) forman un byte que es la unidad básica de información digital. Según cómo estén combinados esos ocho bits, el byte puede representar diversos caracteres como una letra, un número y otros símbolos. – 1Kilo tiene 103 bytes; 1 Mega = 106 bytes; 1 Giga = 109 bytes.
[11]Ver Negroponte (1995), Being Digital

Según el World Economic Forum, la RI 4.0 ha estado progresando desde el comienzo de este siglo; "es un cambio tecnológico revolucionario propulsado por el ubicuo y móvil Internet; y adicionalmente por sensores (más pequeños, potentes y baratos) y la inteligencia artificial".

La Revolución Industrial 4.0 constituye una combinación de átomos y bits, i.e., una integración de las tecnologías físicas y las tecnologías digitales. En términos más complejos, la RI 4.0 se genera a través de un sistema ciber-físico[12] monitoreado por algoritmos computacionales integrados con Internet; i.e., en estos sistemas (ciber-físicos) los componentes físicos y de software están profundamente entrelazados, donde cada elemento opera en diferentes escalas espaciales y temporales.

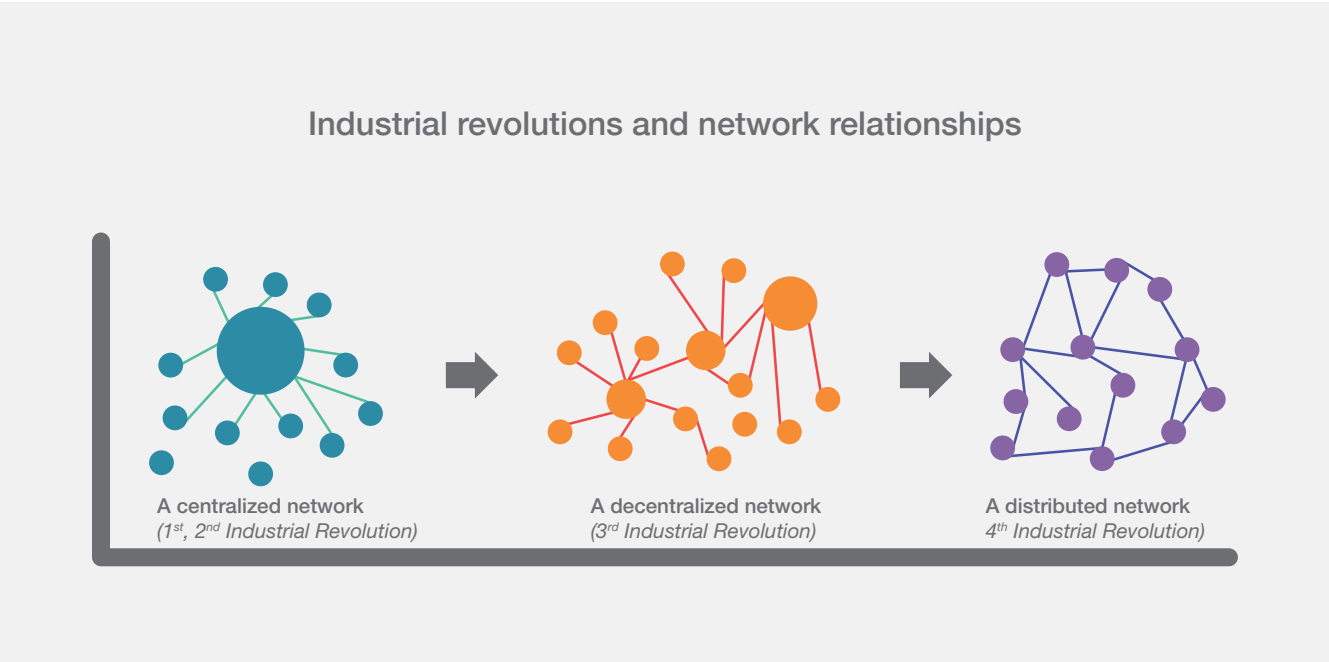
Cada Revolución Tecnológica ha modificado sustantivamente la forma de vida de las personas y el proceso productivo de las empresas. Pero hay que tener en cuenta que cada Revolución Industrial surge de la anterior; hay disrupción pero hay vinculación con el pasado. La tecnología digital no habría podido ser desplegada, acrecentada y difundida si no hubiera habido un notable desarrollo de la electricidad. La RI 4.0 (la actual) es posible precisamente gracias al avance y progreso de la tecnología digital. Ésta ha posibilitado avances en muy diversas áreas: biotecnología, nanotecnología, robótica, inteligencia artificial, impresión 3D, etc.

Según Klaus Schwab (2016) la RI 4.0 es muy distinta a las Revoluciones Tecnológicas anteriores debido a tres elementos:
(i) Velocidad: La tres Revoluciones Tecnológicas anteriores tienen una evolución de tipo lineal; en cambio la velocidad de la actual es exponencial. Esto se facilita por vivir en un mundo interconectado en que el tiempo de enlace es lo que demora un click.
(ii) Cobertura y profundidad: Hay una combinación de múltiples tecnologías que están produciendo cambios paradigmáticos en los individuos, en la sociedad, en la economía, en la política. "No sólo está modificando el "qué" y el "cómo" hacemos las cosas; además, nos está modificando a nosotros mismos".
(iii) Impacto sistémico: Esta Revolución Tecnológica está transformando el mundo entero, los países, las personas y las sociedades; en breve, está rediseñando el mundo en el cual vivimos. Incluso "está cuestionando las ideas que tenemos respecto a qué significa ser un ser humano".

Hay además diferencias importantes asociadas a las tecnologías utilizadas en cada Revolución Tecnológica. La 1ª RI y la 2ª RI se desenvuelven en el espacio físico; la modernización se logra a través del aumento de la productividad de los 3 factores productivos trabajo, capital (maquinaria) y recursos naturales. En la Rev. TI el uso de los computadores e Internet expande la actividad humana del espacio físico hacia el espacio virtual (o ciber-espacio). En la RI 4.0 se utilizan factores productivos adicionales a los convencionales (trabajo, capital y recursos naturales); por ej. Internet de las Cosas, Big Data, Inteligencia Artificial; de esta forma, la RI 4.0 genera una fusión entre el espacio físico y el espacio virtual.

En la Rev. TI la información desempeñaba el rol de un pegamento entre las diferentes actividades, disciplinas o tecnologías. En cambio ahora con la RI 4.0 se está logrando una cuasi integración entre seres humanos y máquinas y una fusión ciber-espacial; la realidad virtual es "más real que la realidad física". La estructura de la información de las Revoluciones 1ª y 2ª era del tipo de una red centralizada; en cambio, la Rev. TI genera una red descentralizada con algunos núcleos mayores dispersos. En la RI 4.0 la información está constituida por una red distribuida en la cual todas las conexiones tienen igual importancia.

[12]Sistema ciber-físico (SCF) es un mecanismo (sistema físico) controlado o monitoreado por algoritmos basados en computación y estrechamente integrados con internet. En los sistemas ciber-físicos, los componentes físicos y de software están profundamente entrelazados, donde cada elemento opera en diferentes escalas espaciales y temporales, exhibiendo múltiples comportamientos, e interaccionando entre ellos de innumerables formas que cambian con el contexto. Los ejemplos de SCF incluyen al sistema de red eléctrica inteligente, sistemas de automóvil autónomo, sistemas de monitoreo médico, sistemas de control del proceso, sistemas de robótica y pilotos automáticos aeronáuticos (Wikipedia).



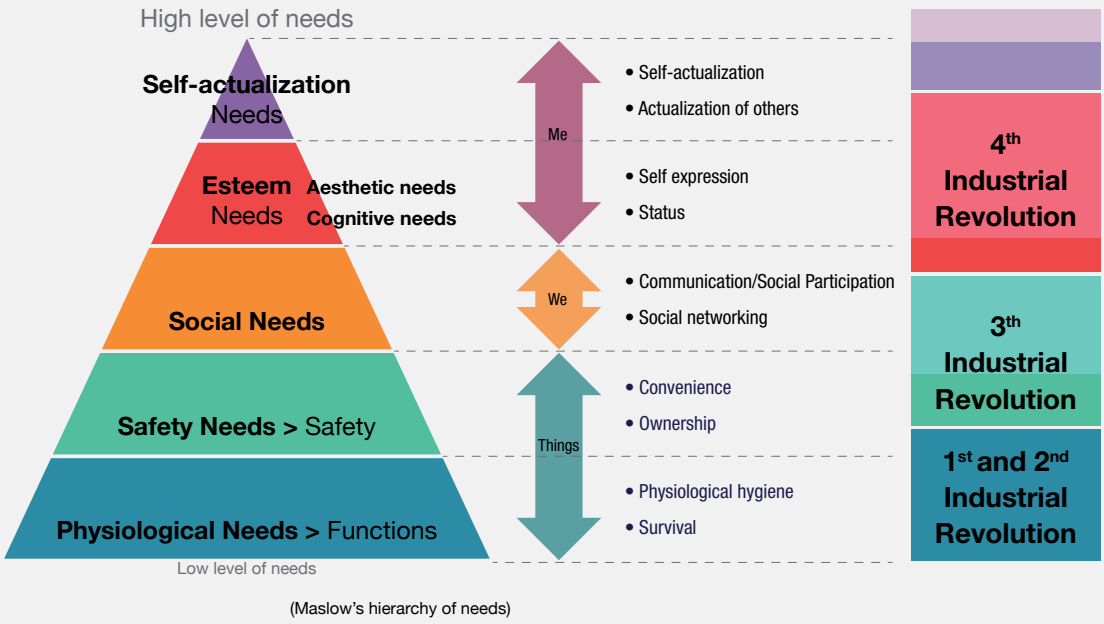
Las nuevas innovaciones tecnológicas están transformando los procesos productivos y generando nuevos productos. Pero, además, también están afectando los procesos productivos de los productos tradicionales. Esto genera simultáneamente nuevos desafíos y nuevas oportunidades. La comprensión y la identificación de estos desafíos y oportunidades requieren interacciones a nivel micro-empresarial, nivel sectorial, inter-sectorial e intra-sectorial.

En otras palabras, las revoluciones tecnológicas 4.0 generarán un conjunto de innovaciones en materiales, procesos productivos, productos y servicios, logística y operaciones en cada sector productivo, lo que impulsará una nueva dinámica de crecimiento en cada sector. Las Industrias 4.0 del futuro se van a caracterizar por tener un network de empresas que utilizarán información, conocimiento, creatividad y las nuevas tecnologías para producir bienes y servicios para el mundo global. Además, van a desarrollar nuevas técnicas productivas y nuevos modelos de negocios que van a transformar la producción mundial.

Todo lo anterior requiere tener una perspectiva y comprensión clara sobre cuál será el efecto sobre las futuras actividades productivas de bienes y servicios en los PD (países desarrollados) y en los PE (países emergentes); además, cuáles serán las alternativas, oportunidades y desafíos que enfrentarán las empresas productivas nacionales.

Hay una correspondencia y co-evolución entre las Revoluciones Tecnológicas y los deseos y aspiraciones de las personas. Utilizando la "Jerarquía de Necesidades" de Maslow se podría postular la siguiente asociación: (i) 1ªRI: necesidades fisiológicas y tecnología mecánica; (ii) 2ªRI: necesidades de seguridad y tecnología eléctrica; (iii) RTI: necesidades sociales y tecnología de la información; (iv) RI 4.0: necesidades de aprecio (estimación) y tecnologías sofisticadas.

Relación entre hipótesis de Maslow sobre Jerarquía de las Necesidades y las Revoluciones Tecnológicas



Hay un dilema central en la interrelación entre la tecnología y la sociedad. A este respecto, Schwab (2016) plantea que si bien la tecnología es exógena, las alternativas de la sociedad no se restringen a la dicotomía "aceptarla y vivir con ella" o "rechazarla y vivir sin ella". La Revolución Industrial 4.0 está generando cambios tan dramáticos que nos induce a cuestionarnos "quiénes somos y cómo vemos el mundo".

2.- Relevancia de la Industria[13]

Relación Histórica Industria – Desarrollo Económico

2.1.- Virtudes de la Industria

La industrialización ha sido el paradigma dominante en el tópico de desarrollo económico. País desarrollado ha sido sinónimo de país industrial. Los países más ricos han logrado su alto nivel de ingreso a través de la producción de bienes industriales. El gran objetivo de los países latinoamericanos ha consistido en alcanzar el nivel del ingreso per cápita de los países desarrollados; por esto, la industrialización ha sido considerada como el mecanismo para lograr dicho objetivo. En breve, pocos países han logrado alcanzar el estatus de desarrollado sin haber acrecentado una base industrial.

Las dos primeras Revoluciones Tecnológicas son llamadas Revoluciones Industriales. Los mayores ritmos de crecimiento económico de los siglos XIX y XX han sido logrados por la expansión del sector industrial. En efecto, la evidencia empírica revela una alta asociación positiva entre el crecimiento de la industria y el crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto) (World Bank, 2018). El milagro económico del Sudeste Asiático es uno de los ejemplos recientes del éxito logrado por el modelo de exportaciones industriales; algo similar sucede con China.

Veamos algunos factores que explican esto. Los bienes industriales son más transables que los recursos naturales (RR.NN.) y los servicios. Además, la productividad del sector industrial

[13]Este Capítulo está basado en el estudio del Banco Mundial (2018) "Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development".

crece más rápido que la de los RR.NN. y de los servicios. Por otra parte, la evolución de la demanda también desempeña un rol. Mientras la elasticidad ingreso de los bienes agrícolas o el share en el gasto total cae con el aumento del ingreso per cápita, la elasticidad ingreso o el share de los bienes industriales aumenta, según la Jerarquía de las Necesidades (Maslow).

La reasignación de recursos intersectorial de los sectores de menor productividad a los de mayor productividad genera la dinámica del crecimiento. El sector industrial tiene un diferencial sistemático de productividad respecto del sector agrícola. Esto genera un flujo migratorio de mano de obra del campo a la ciudad. En consecuencia, esto le genera a la industria enfrentar una oferta de mano de obra ilimitada, lo que le permite expandir la producción y acumular capital para la inversión (Lewis, 1954). Esto implica que la industria absorbe un importante contingente de mano de obra no calificada; a través del training que adquieren en el proceso productivo, estos trabajadores se incorporan a una trayectoria de mayor productividad y mejores remuneraciones.

En síntesis, la manufactura cumple un rol único: proporciona empleo a un número relativamente grande de personas no calificadas de otros sectores con menor productividad y las transforma en trabajadores calificados. La minería también es un sector de alta productividad, pero es intensiva en capital y genera poco empleo.

2.2.- Convergencia y Divergencia

La globalización genera homogeneidad en el consumo y convergencia en el sector productivo. La industria es el sector que impulsa la convergencia o "catching up" con los países de mayor ingreso per cápita. Pero no todos los países que han tratado de industrializarse han sido exitosos, y se han beneficiado de manera similar de la producción de bienes industriales. Se ha generado un debate señalando que la diferencia se debe a "cómo se produce" respecto de "qué se produce". La comparación entre los países latinoamericanos y asiáticos ilustra esto.

Otra de las virtudes de la industria es la generación de "spillovers" o difusión de know how tecnológico y como modelo de maneras de organización de la producción. Pero la expansión del sector industrial no genera estos "spillovers" de manera automática; esto sólo ocurre si el sector se organiza "adecuadamente" (Ferranti, et. al., 2002; Lederman & Maloney, 2010). Por ejemplo, México y Corea del Sur comenzaron a ensamblar productos electrónicos en la década de 1980; sólo Corea del Sur logra producir productos electrónicos sofisticados y crear una empresa líder mundial como Samsung. Este es un argumento que apoya la postura de que importa "cómo se produce".

Por otra parte, Rodrik (2011) prueba que la productividad laboral del sector industrial (formal) exhibe "convergencia incondicional" a través de los países. Esto implica que, independientemente de las políticas y del entorno institucional, la productividad de la mano de obra de sectores industriales rezagados de países emergentes alcanza ("converge") los niveles de la frontera tecnológica. Este es un argumento que apoya la postura de que importa "qué se produce".

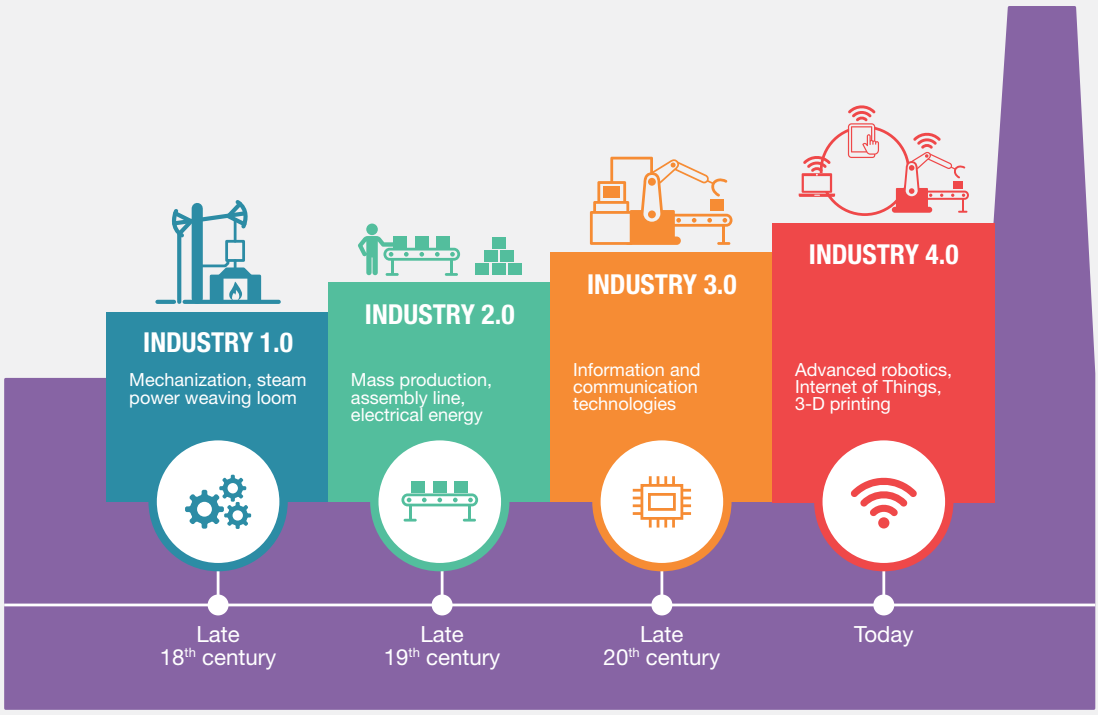
La evidencia empírica sobre convergencia muestra que el crecimiento de la productividad del sector industrial explica el 50 % del "catching up" a nivel global de la economía.

2.3.- Cambios Estructurales y Patrones de Especialización Productiva

La teoría económica enfatiza los cambios estructurales inter-sectoriales -de la agricultura a la industria- como el mecanismo para aumentar la productividad. Pero en algunos casos, hay evidencia que revela que pueden ser más relevantes los cambios estructurales intra-sectoriales. Esto pone de relieve la importancia que adquieren las Cadenas Globales de Valor (CGV); i.e., para una empresa productiva adquiere prioridad incorporarse a una CGV.

Las Revoluciones Tecnológicas generan una evolución en las ventajas comparativas. Revisemos esto brevemente.

Revoluciones Industriales y Cambios en la Especialización Industrial (Fines siglo XVIII hasta el presente)



Source: © Shutterstock. Used with permission; further permission required for reuse.

La 1ª RI introduce la máquina de vapor lo que permite la mecanización de la industria textil. La 2ª RI introduce los motores eléctricos, la cadena de montaje en el proceso productivo y la producción en gran escala (generan la industria automotriz y la producción de bienes manufactureros intensivos en capital). Los países desarrollados son los que tienen ventajas comparativas en bienes capital intensivos y que usan tecnologías modernas. En esta etapa, el "ciclo del producto" (Vernon 1966) y el principio de "etapas en las ventajas comparativas" (Balassa, 1979) racionalizan la idea de que los países desarrollados desplazan la producción de bienes industriales intensivos en mano de obra hacia los países emergentes. Esto es lo que se observa en Asia con Japón y los cuatro "tigres asiáticos" (Hong Kong, Singapur, Corea del Sur y Taiwán) en que las grandes empresas japonesas asignan eficientemente el proceso productivo entre sus filiales, lo cual inicia el desarrollo económico del Sudeste Asiático.

La Revolución TI facilita la fragmentación del proceso productivo, permitiendo el control y la coordinación remota de actividades complejas a un costo relativamente bajo. Esto estimula la inversión extranjera de las empresas multinacionales en los países emergentes. Luego se genera una combinación de la tecnología moderna y el capital de los países desarrollados con la mano de obra no calificada de los países emergentes. En otras palabras, las empresas multinacionales distribuyen la producción de cada etapa del proceso productivo de cada bien según las ventajas comparativas de cada país. A medida que los países emergentes van adquiriendo el know how tecnológico y productivo pueden ir modificando sus ventajas comparativas hacia la producción de bienes más complejos e intensivos en capital humano calificado.

3.- El Futuro de la Industria

3.1.- La Evolución Reciente de la Industria en el Mundo

Como hemos visto, el atractivo histórico de la industria está basado en:

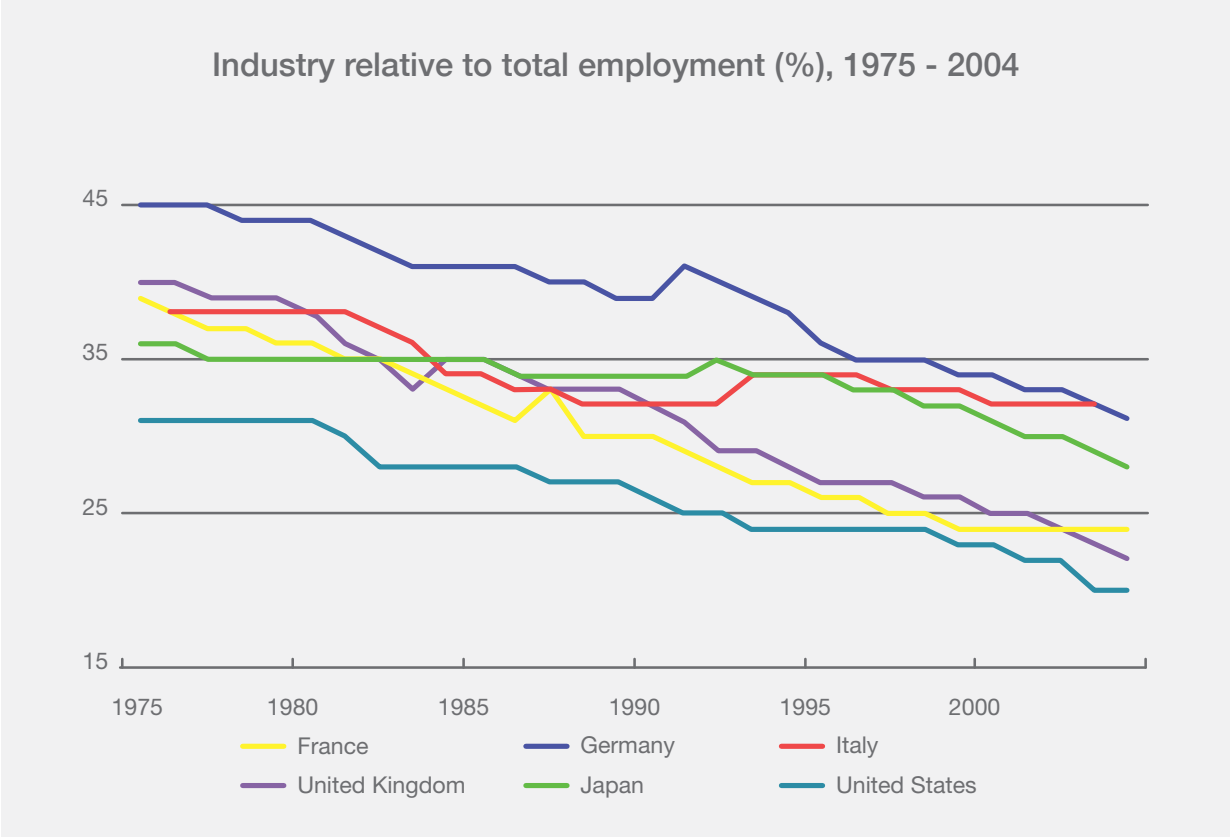
• La industria ha sido considerada la "fórmula" para lograr el desarrollo. País Desarrollado es sinónimo de País Industrial
• El crecimiento de la Industria es un factor importante para el crecimiento económico
• La Industria ha sido clave para la generación de fuentes de trabajo
• La Industria ha absorbido personas no calificadas, y vía "aprendizaje en el trabajo" ("on the job learning") las ha transformado en trabajadores calificados
• La Industria es el sector más importante para la difusión y diseminación de la tecnología moderna, know how y gestión empresarial actual.

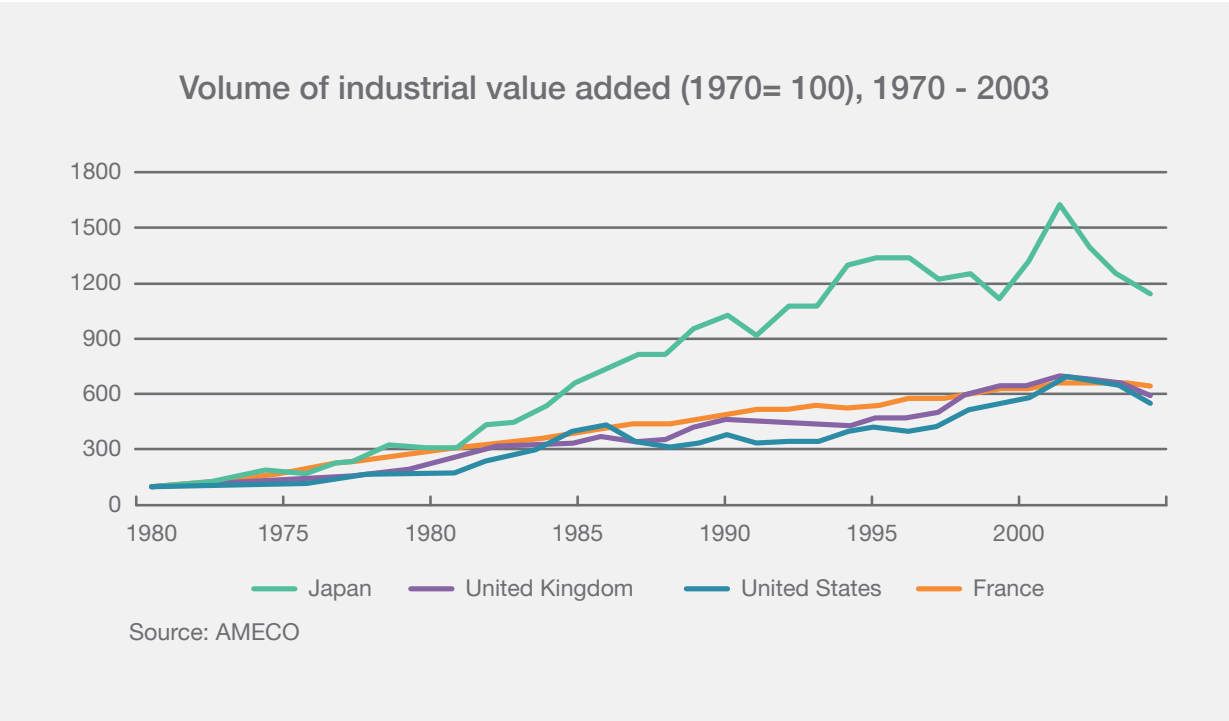
No obstante lo anterior, se aprecia en las últimas décadas una disminución de la importancia relativa de la Industria en la economía. Luego, surge la interrogante: ¿cuál es la importancia actual y futura de la Industria en el siglo XXI y en la Revolución Industrial 4.0?

3.1.1.- Desindustrialización

La gran disminución de participación de la Industria en el PIB (como se vio en la sección anterior) tiene una contrapartida similar en el empleo. El sector industrial era un importante mecanismo generador de empleo en los países desarrollados (PD) en gran parte del siglo XX. En 1975, en los principales PD (EEUU, Japón, Reino Unido, Francia, Italia) la industria empleaba entre el 30% y 40 % de las personas ocupadas; en Alemania este porcentaje llega al 45%. Treinta años después (2004) el empleo industrial se reduce más de 10 puntos porcentuales; en EE.UU. cae al 20% del empleo total.

Hay un debate sobre la diferencia que hay entre las variaciones en los porcentajes relativos y las cifras en términos absolutos. Para el caso de la producción, la diferencia es importante. En efecto, el PIB industrial crece en promedio al 5% a 6% durante más de 35 años (1970-2005); luego el producto industrial crece 6 veces en ese período. No sucede lo mismo con el empleo, en que hay una disminución del empleo industrial; estos son empleos directos. Más adelante se proporciona evidencia respecto de lo que sucede con empleos indirectos.





En los países emergentes (PE) se aprecia una situación diferente según la geografía.
Para el período 1970-2003, se observa lo siguiente: (i) El PIB industrial como participación del PIB latinoamericano total disminuye del 20% al 16%. (ii) En cambio, en los países asiáticos (excluyendo a China) sucede exactamente lo contrario; el PIB industrial relativo sube del 16% al 20%.

Esta pérdida de importancia relativa de la industria (en los PD y los países latinoamericanos) genera una gran inquietud: ¿Estará sucediendo con la industria una pérdida de su rol dinámico en la economía similar a lo que le sucedió a la agricultura hace más de dos siglos? La industria sustituyó antes a la agricultura, y ahora el sector servicios estaría sustituyendo a la industria. Esto es lo que se ha denominado "desindustrialización". ¿Es la "desindustrialización" un fenómeno irreversible? ¿Cuáles son factores determinantes de este acontecimiento?

Es interesante el debate que se ha generado en los países desarrollados. La respuesta a la "desindustrialización" es la "reindustrialización". Veamos los argumentos sobre esto.

3.1.2.- La Lógica de la "Reindustrialización"

Existe consenso en muchos países desarrollados (PD) respecto de la necesidad de tener un sector industrial significativo y competitivo. La industria constituye el 70% de las exportaciones mundiales y representa el 77% de la I&D del sector privado. Adicionalmente, contribuye a proporcionar soluciones para los desafíos sociales: (i) Aumento de las energías renovables no convencionales; (ii) reducción de las emisiones contaminantes; (iii) uso más eficiente de los recursos hídricos; (iv) disminución del consumo energético; (v) producción más eficiente de la infraestructura y logística para el transporte.

El rol de los bienes industriales va a seguir aumentando en el Siglo XXI. En los próximos 15 años casi 2 billones de personas se van a incorporar a la clase media mundial; esto implica que el consumo de bienes industriales se va más que duplicar. Los PE (países emergentes) van a ser importantes países consumidores y productores de bienes industriales.

A continuación, describiremos brevemente un conjunto de 5 argumentos del por qué la industria manufacturera sigue siendo relevante en este siglo (Brookings, 2012; World Bank, 2018; Ettlinger & Gordon, 2011):
a) El argumento "Industria versus Servicios" plantea una falsa dicotomía. El desarrollo de un sector de Servicios original e innovador no requiere la desaparición de la Industria. Al contrario, un

sector industrial moderno y sofisticado requiere insumos de un sector de Servicios original e innovador. Hay una retroalimentación positiva y virtuosa. Gran parte de las actividades del sector de Servicios están asociadas al uso de productos industriales. El comercio mayorista y minorista (los malls y el retail) y los supermercados consisten en el acto de comprar y vender bienes industriales.

b) El comercio internacional está basado fundamentalmente en el comercio de bienes; sólo un 20 % corresponde al comercio de servicios. No hay ningún país cuyo comercio (internacional) esté basado exclusivamente en servicios.

c) El sector industrial de los PD, particularmente EE.UU., tiene un alto nivel de innovación. Se ha argumentado que la externalización a otros países del proceso productivo afecta la capacidad innovadora. La capacidad innovadora y la habilidad para inventar está vinculada a la producción física de los bienes; "hecho en casa" importa mucho para el proceso innovador. Cuando se fabrica un producto surgen ideas de modificación y mejoramiento tanto del proceso productivo como del producto en cuestión. Por otro lado, la externalización influye en las innovaciones futuras. El ejemplo de los paneles solares es un caso al respecto; estos paneles (solares fotovoltaicos) fueron inventados en los Laboratorios de la Bell Co. (New Jersey), pero la producción fue externalizada a China, que se transformó en el principal productor mundial. La mayoría de las innovaciones y mejoramientos tecnológicos posteriores de estos paneles han sido realizados fuera de EE.UU. En otras palabras, hay una importante interdependencia entre la producción industrial y la generación de capacidad innovadora.

d) La industria (EE.UU.) tiene importantes vínculos y "eslabonamientos" con empleos de servicios sofisticados de alto nivel, tanto para nuevos productos y nuevos procesos productivos. Esto implica que tiene un efecto multiplicador del empleo importante; cada empleo directo del sector automotor genera 8.6 empleos indirectos en el sector; estos efectos multiplicadores son 5.6 en los computadores y 10.3 veces en la manufactura de productos metálicos.

e) La industria contribuye de manera crucial a la sustentabilidad ambiental a través de la producción de insumos industriales para la energía no convencional renovable, eficiencia energética, productos línea blanca ahorradores de energía, reciclaje de productos, etc.

3.2.- El Rol Industrial de China

Dadas las tendencias recientes es posible apreciar que los cambios en la globalización y en las tecnologías han modificado sustancialmente el patrón productivo mundial. En consecuencia, es pertinente examinar cuáles han sido los factores determinantes de esta evolución reciente.

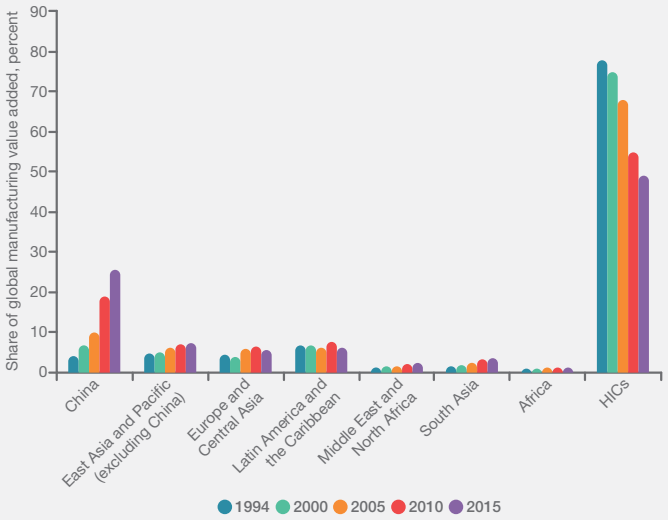
Hay que destacar el rol de China, y más en general, el rol del Sudeste Asiático: se habla de la gran "Fábrica Mundial china (o asiática)". La interrogante que se plantean todos los PD y los PE es ¿"qué producto industrial no se va a producir en China (se puede agregar India y el Sudeste Asiático)?". Esta evolución productiva China (y Sudeste Asiático) ha tenido importantes efectos en las ventajas comparativas y competitivas de los PD y los PE. Se ha establecido un modelo denominado "producido en el Oriente y consumido en Occidente". Este modelo es uno de los factores de la "desindustrialización" en los países latinoamericanos (pero también en muchos PD). Dada la heterogeneidad del sector industrial es necesario examinar qué es lo que ha sucedido específicamente con el sector industrial chileno debido al efecto "Fábrica Mundial china (o asiática)".

Adicionalmente, hay que analizar las alternativas productivas locales para enfrentar este patrón productivo mundial. Dadas las ventajas comparativas de Chile versus China (y el Sudeste Asiático), ¿va a haber que concentrarse exclusivamente en la producción de recursos naturales (minería, salmón, fruta, productos forestales)?

La importancia que ha adquirido China en la producción industrial mundial es posible apreciarla en el siguiente gráfico. En sólo 21 años (1994-2015) la participación china en la producción industrial mundial creció del 3% al 25 %. Este porcentaje es similar a la disminución observada en los países desarrollados durante el mismo período. Pero cabe observar que, aun así, los PD representan casi el 50% de la producción industrial mundial.

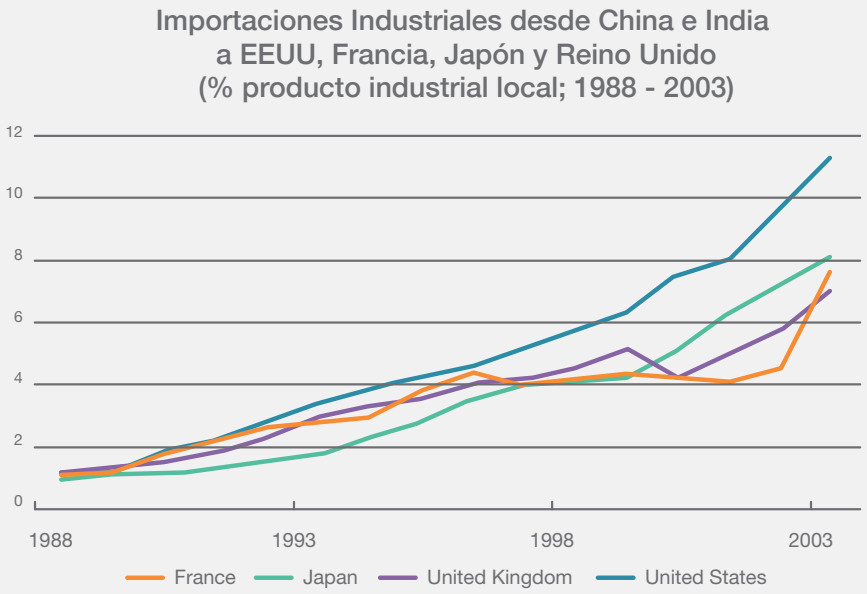
Figure 2.2 Although Still Significant, High-Income Countries' Global Share of Manufacturing Value Added Has Been Declining Since 1994, as China Stands Out as an Expanding Producer.

Share of global manufacturing value added in China, global regions, and high-ncome countries



Source: World Development Indicators database.
Note: High-income countries (HICs), as defined in 1994, are those whose gross national income per capita was at least US$8,955.

Podría argumentarse que las importaciones chinas por parte de los PD serían el factor responsable de la "desindustrialización". Sin embargo, desde el punto de vista empírico esto no es así. Considerando las importaciones desde China e India de cuatro PD (EE.UU., Japón, Reino Unido y Francia) se observa en el período 1988-2003 que la incidencia sobre el producto industrial local (de cada país) aumenta del 1% (1988) al 6% (2003) para tres de los PD, y al 11% para EE.UU.



Source: OECD

3.3.-Los Servicios y la Industria

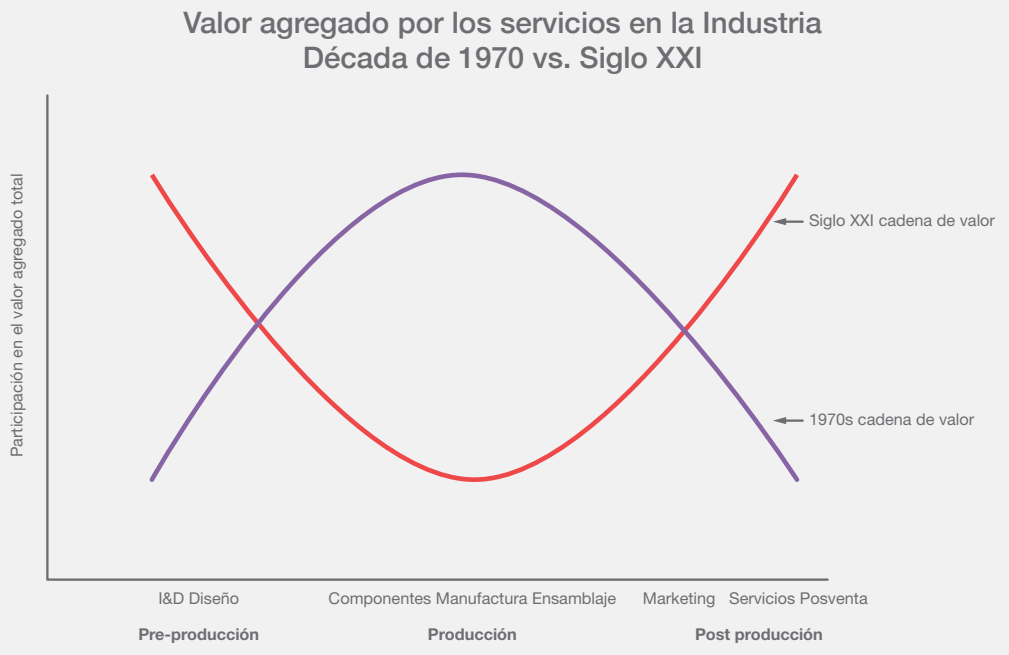
Veamos la conexión productiva entre el sector industrial y servicios. Por una parte, los servicios constituyen un insumo para la industria y, por otra parte, productos industriales serán insumos para la producción de servicios. Esto significa que hay una demanda recíproca; la producción de bienes industriales genera una demanda por servicios, y la producción de servicios estimula la generación de insumos y componentes industriales. Dependiendo cómo se mida y qué se incluye hay cálculos que sugieren que en EE.UU. el input de los servicios representa un 30% a 55% del output industrial. En China la industria crea una demanda de servicios por US$500B[14], y los servicios requieren US$600B de insumos industriales. Incluso en la producción de algunos productos la distinción entre Industria y Servicios se ha diluido.

Algo similar va a suceder entre la Agricultura y la Industria; la producción de bienes agroindustriales vía las tecnologías 4.0 va a diluir la frontera entre ambos sectores.

Por otra parte, el sector informático de servicios va a desempeñar un rol fundamental diseñando softwares y hardware para todos los sectores productivos; este sector informático contribuirá a la implementación de la Revolución Industrial 4.0 en todos los sectores productivos nacionales.

En otras palabras, las fronteras convencionales entre los grandes sectores productivos se están diluyendo. No existen bienes o servicios "puros" pertenecientes a uno de los sectores tradicionales (primario, secundario y terciario que corresponden a Agricultura y RR.NN., Industria y Servicios). En realidad, los servicios siempre han estado incorporados en la cadena de valor de los productos industriales, pero ahora han adquirido una importancia creciente.

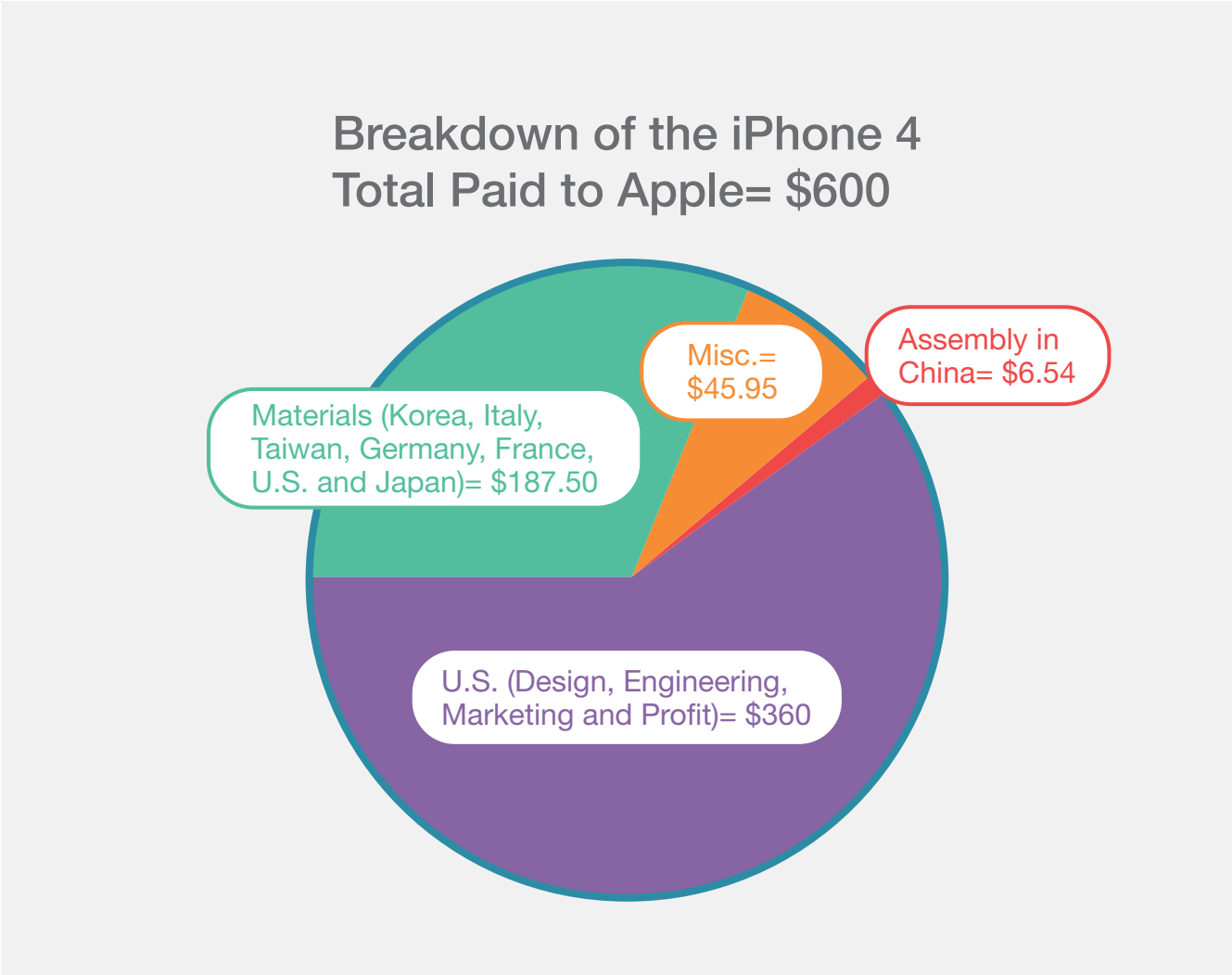
Veamos esto de la siguiente manera. En el siglo pasado, el proceso industrial estaba asociado fundamentalmente al proceso productivo: uso de insumos – producción – ensamblaje. Esto genera una curva de U invertida. Pero en este siglo XXI han adquirido gran importancia los procesos de pre-producción, asociados a I&D (investigación y Desarrollo) y D&I (Diseño e Ingeniería), y los procesos de pos-producción, asociados a marketing y posventa. Esto genera una curva tipo U.



Fuente: Adaptado de World Bank (2018)

[14]Estos son Billones norteamericanos; 10 elevado a 9 – Corresponden a los miles de millones chilenos.

Hay numerosos ejemplos en los cuales el modelo de negocios radica en la posventa de los servicios, teniendo consumidores cautivos. Por otra parte, el diseño con su respectivo logo puede constituir un factor central en el precio final del producto. Un ejemplo concreto es la estructura de costos del iPhone de Apple: los costos de producción propiamente tal (insumos, producción y ensamblaje) son US$194, y los costos de D&I (diseño e ingeniería), marketing y utilidades son US$360, un 86% superiores.



La digitalización está diluyendo las fronteras tradicionales entre los sectores productivos. Dentro de poco las compañías van a definir su modelo de negocios no en torno a cómo compiten respecto de las otras empresas de un sector, sino cómo lo hacen en los nuevos ecosistemas digitales que están surgiendo, y que incluyen mezclas de diversas firmas de distintos sectores.

La digitalización reduce los costos de transacción entre diversos agentes económicos; esto permite establecer relaciones contractuales beneficiosas entre las diversas compañías que integran este ecosistema digital (McKinsey, 2017).

Por otra parte, se observa una especie de convergencia entre sectores productivos, en que las empresas que estaban tradicionalmente especializadas en un producto o servicio tratan de integrar otros componentes para ofrecer una "solución completa" a los consumidores (Kelly, 2015). Es así como empresas industriales "invaden" los dominios del retail. Esto genera una mayor interacción directa entre productores y consumidores; la información digitalizada transmite las preferencias de los consumidores, lo cual puede ser incorporada en el proceso productivo generando "bienes personalizados". De esta forma, la empresa industrial produce el producto conjuntamente con el servicio de venta directo al consumidor.

3.4.- Los Recursos Naturales y la Industria[15]

Utilizaremos la Minería como sector representativo de los Recursos Naturales (RR.NN.). Un "cluster minero" implica conectar la producción minera a las actividades productivas locales. Promover la formación de clusters en torno a RR.NN. puede constituir una adecuada estrategia de desarrollo para Chile (y América Latina). Implica potenciar las ventajas comparativas existentes; además, dado que la gran mayoría de los RR.NN. no están en Santiago, constituiría un mecanismo para lograr el desarrollo regional.

Tomando el "Modelo Australiano" como ejemplo, el cluster tiene que generarse en torno a encadenamientos hacia atrás. El gran sector minero existente constituye un importante mercado interno que podría ser la base para desarrollar un sector proveedor de requerimientos de insumos y servicios profesionales (ingeniería) para las compañías mineras.

Las compañías mineras están especializadas en la producción de cobre. Problemas tecnológicos en el proceso productivo pueden ser externalizados. Empresas consultoras (locales) pueden ayudar a la solución de estos problemas. Esto constituye un juego de suma positiva en que la compañía minera aumenta su productividad y la empresa proveedora adquiere el know how para generar innovación tecnológica. Esta ha sido la lógica del "Modelo Australiano".

Este "Modelo Australiano" ilustra una vía concreta para articular el cluster minero. Uno de los objetivos es lograr que estos proveedores se transformen en exportadores. Los proveedores de la minería australiana exportan más de US$10.000M anuales en insumos, softwares y servicios profesionales. ¿Podría replicarse algo así aquí? En otras palabras, el mismo cobre ayudaría a diversificar la canasta exportadora chilena.

Conectado a lo anterior, ¿podría utilizarse la Minería chilena para insertarse en CGV? En Chile está el 30% de la producción cuprífera mundial y el 60% de la producción en gran escala. Luego, Chile es un importante mercado para las compras de insumos y maquinaria minera; las compras anuales de las compañías mineras alcanzan casi a US$20.000 M. Respecto de la maquinaria, por ejemplo, los camiones para la Gran Minería de 400TM tienen un costo de U$5M. ¿Podría Chile entrar en una etapa CGV de camiones? Hay experiencia local en "remanufactura" de motores, aumentando notablemente su vida útil.

¿Por qué insertarse en una CGV?
Las cifras sobre Maquinaria y Equipos utilizados por la Minería Chilena (COCHILCO)

- Importaciones Anuales Maquinaria: US$500M (50% camiones)
- Importaciones Anuales partes/piezas: US$536M
- Importaciones anuales neumáticos: US$123M
- Servicios anuales mantención maquinaria: US$1.700M
- Mercado chileno asociado a Maq/Equipos para Minería Chilena: Alrededor de US$3.000M/año

No es casualidad que EXPONOR y EXPOMIN, las 2ª

[15]Esta sección está basada en Meller & Gana (2015)

Ferias Mundiales de maquinaria y equipo para la minería se realicen aquí en Chile.

¿Cómo es posible que en 25 años de acelerada expansión de la minería chilena,
Chile no haya podido insertarse en una CGV de maquinaria para el cobre?

4.- Estrategias Empresariales para Enfrentar la Revolución Industrial 4.0

La RI 4.0 es un concepto nuevo y complejo de entender. Entonces: Primero: hay que crear conciencia y comprensión respecto del concepto, y segundo: hay que introducir el pensamiento estratégico al respecto. Esta etapa tiene que ser internalizada por los CEO, y luego transferirla a toda la empresa.

Las empresas, el Gobierno y toda la sociedad tienen que colaborar para desarrollar un modelo sistémico sustentable que se adapte a la RI 4.0. Se requiere una estrategia educacional digital que proporcione las calificaciones técnicas adecuadas. Esto tiene que ser complementado con programas continuos de calificación y recalificación en el lugar de trabajo. Además, hay que construir una infraestructura TIC para que las Pymes puedan incorporarse al mundo digital.

Las estrategias empresariales convencionales -"más de lo mismo" o "copiar y replicar"- no van a seguir funcionando para enfrentar los nuevos desafíos. Hay que señalar a priori que no existe una "receta mágica" que les sirve a todas las empresas. Es conveniente revisar las experiencias y estrategias utilizadas por empresas exitosas de los PD y de los países del Sudeste Asiático. En general, se aprecia que son más exitosas en su reestructuración tecnológica 4.0 las empresas que operan en los mercados internacionales, con un management profesional preocupado permanentemente por la evolución de la economía mundial y de las tendencias tecnológicas, con un sesgo por la innovación y cuyo personal tiene un alto nivel de productividad.

Va a haber un cambio de paradigma productivo: de la producción a gran escala de un solo modelo (Ford T, Volkswagen) hacia una producción de modelos personalizados, sin aumentos en el costo productivo. Por ejemplo: BMW producía hace 30 años sólo 3 modelos de autos, los cuales modificaba cada 10 años; ahora produce más de 20 modelos, que cambia cada 4 años (UNIDO, 2017).

Hay diversos tipos de sugerencias y recomendaciones. Por ejemplo:

a) Integración de las Capabilidades Tecnológicas nuevas y existentes. Esto puede implicar, por ejemplo, la contratación de expertos en Big Data. Pero, por otra parte, la aplicación de las nuevas tecnologías requiere que los profesionales estén familiarizados con el proceso productivo de la empresa. Se genera un "trade-off" entre contratar un experto externo o subcontratar a una empresa externa, y desarrollar la capabilidad tecnológica interna. Esto último genera el "conocimiento tácito" in house que es vital para la competitividad de largo plazo de la firma.

b) Manejo efectivo y eficiente de la "Arquitectura de la Información": Esto es un facilitador importante para el aumento de la productividad.

c) Diseño de un RoadMap de la Transformación Estructural de la empresa: Hay que entender que la incorporación de las Revoluciones Tecnológicas 4.0 constituye un proceso de largo plazo. Por eso se requiere la elaboración de un enfoque sistemático inter-temporal. El RoadMap va a definir la visión hacia dónde va la compañía. Estos RoadMaps también deberían elaborarse a nivel de todos los sectores productivos.

d) La Industria 4.0 debería constituirse en un Proyecto Estratégico a nivel del Management, pues en realidad representa un Plan Estratégico de Negocios de la Supervivencia Futura de la Compañía.

Por otra parte, se requiere un enfoque focalizado microeconómico que incluya: (i) La comprensión de la dinámica del mercado en que opera la firma. Examinar qué está sucediendo con el capital humano, la innovación, los cambios tecnológicos, los insumos energéticos y de servicios, para detectar lo que está ocurriendo con las ventajas competitivas de la empresa. (ii) Visión de la evolución de los patrones de consumo y de las otras empresas que operan en el mercado.

(iii) El enfoque centrado principalmente en bajos costos del trabajo y la productividad laboral no es tan pertinente. Ahora importa mucho más qué sucede con la productividad total. (iv) Es necesario invertir en la estructura organizacional y en programas de actualización y capacitación del equipo gerencial, profesional y de todos los trabajadores.

Hay otro tipo de interrogantes que también son fundamentales. ¿Están las empresas chilenas preparadas para enfrentar la Revolución Industrial 4.0? Una encuesta del año 2018 a 1.500 CEO de 19 países (principalmente PD) proporciona los siguientes resultados: (i) 86% de los ejecutivos de las empresas dicen que sus compañías no están listas. (ii) Sólo 25% de los ejecutivos cree que sus empresas tienen el capital humano adecuado y con las calificaciones necesarias para enfrentar la Revolución Industrial 4.0. (iii) La mayoría de los CEO percibe que los nuevos modelos de negocios constituyen el principal desafío competitivo para sus compañías. Además, los CEO no tienen claridad con respecto a las acciones a tomar para enfrentar los cambios disruptivos que generarán la revolución tecnológica actual y la Industria 4.0 del futuro.

El World Economic Forum (WEF) ha elaborado un Report sobre este tópico: "Readiness for the Future of Production". La nueva Industria 4.0 constituye una oportunidad para que un país emergente (Chile) pueda dar un salto y transformarse rápidamente en un país desarrollado. Pero, ¿está Chile preparado para esto? Según este Report WEF, no lo está. Sin embargo, Chile podría elaborar una estrategia para aprovechar las posibilidades existentes. Una de las hipótesis fundamentales de este Report WEF es que el tamaño del país no es un impedimento para aprovechar la Revolución Industrial 4.0.

Reiterando, ¿están los líderes políticos, los ejecutivos (CEO) de las empresas, los rectores universitarios, preparados para aprovechar el potencial vinculado a la Revolución Industrial 4.0?

En las empresas productivas (y también las académicas) va a haber que integrar átomos y bits, i.e., tecnologías físicas y digitales para aumentar la eficiencia, crecer e innovar. Esto implica un cambio organizacional profundo; los CEO tienen que comprender qué hacen las diversas tecnologías y cómo insertarlas en sus operaciones y procesos. Según Deloitte, (2017) muy pocos ejecutivos empresariales tienen claridad para invertir en las tecnologías modernas; implica salir de su zona familiar de confort por cuanto hay que adoptar nuevos modelos de negocios y enfrentar desafíos con imprevisibles consecuencias. En efecto, las empresas pueden seguir diversas transformaciones tecnológicas con modelos de negocios y resultados económicos distintos. La alternativa del statu quo también es una alternativa, pero puede ser la peor, por cuanto la tecnología 4.0 va a ser el mayor diferenciador entre las empresas del futuro.

La interacción entre el ser humano, las nuevas tecnologías y las máquinas va a inducir la creación de innovaciones en el proceso productivo y en los productos. El BCG ha elaborado una lista de las tecnologías habilitantes para insertarse en la RI 4.0:

- Soluciones Industriales Avanzadas: robots autónomos y programables que puedan interactuar entre sí y con personas
- Realidad Aumentada: experiencia interactiva con el mundo real intermediada por TIC, permite agregar información para la comprensión de un fenómeno
- Manufactura Aditiva: creación de productos a través de impresión 3D
- Simulación: modelos que permiten optimizar procesos y productos, minimizando el número de errores
- Integración Vertical y Horizontal de la Información a través de toda la cadena de valor, desde los proveedores a los consumidores
- Ciberseguridad: red de protección de todo el sistema informático
- Big Data: colección y análisis de gran cantidad de información que permite mejorar los procesos y los productos
- La Nube: permite el acceso a gran cantidad de información y recursos disponibles y accesibles en Internet
- Internet de las Cosas: conjunto de sensores y aparatos habilitantes de la comunicación entre el mundo digital y el mundo real

Cabe señalar que para efectuar los cambios tecnológicos necesarios para la implementación exitosa de la RI 4.0 en las empresas el factor humano es crucial. Aun cuando aumente el grado de automatización, no van a desaparecer las personas del proceso productivo (Liere-Netheler, 2017). Es importante entender las complejidades de las diversas tecnologías digitales para su exitosa implementación. Por esto tiene que haber cooperación e interacción entre diversos tipos de profesionales; ingenieros eléctricos y electrónicos, informáticos, administradores de empresas, analistas de sistemas. La Revolución Industrial 4.0 es un tópico que está inspirado e inducido por la tecnología.

Se dice que la abundancia de información y conocimiento fácilmente disponible está creando un "mundo más inteligente" (¿?). En este contexto surgen las "empresas inteligentes" que optimizan la producción y reducen las ineficiencias; esto requiere procesos productivos flexibles, dinámicos y adaptables que disminuyen errores, costos y aumentan la calidad del producto (Radziwon, et.al. 2014). El enfoque convencional plantea que la creación de valor está vinculada a cuestiones financieras; pero en la RI 4.0 la creación de valor va a estar determinada por activos intangibles como el mejoramiento de los procesos, innovación de los productos, inversión en conocimiento y capital humano (Tonelli, et.al. 2016).

Hay cinco beneficios que generaría la RI 4.0 (BCG, 2017):

a) Flexibilidad: el uso de sensores y software facilitaría cambios en la línea de producción que

produce varios bienes.

b) Productividad: algoritmos predictivos mejorarían la mantención autónoma, evitando paralizaciones por fallas de equipos o fracturas de dispositivos.

c) Velocidad: obtener información en tiempo real aceleraría la administración del proceso productivo, reaccionando rápidamente ante piezas defectuosas o cambios en la demanda de productos

d) Calidad: control de la calidad evita la producción de bienes que no cumplen con las especificaciones requeridas.

e) Seguridad: la complementación de sensores y capacitación con realidad virtual mejoran las condiciones laborales.

En síntesis, el tópico Revolución Industrial 4.0 define una visión basada en las tecnologías actuales y futuras que van a modificar substancialmente los procesos productivos de las empresas. Esto obviamente va a cambiar completamente la estructura jerárquica, administrativa y el tipo de capital humano de la empresa.

Veamos a continuación brevemente el Ecosistema de la Industria 4.0 (gráfico). Como se mencionó previamente, la RI 4.0 se caracteriza por el desarrollo de SCF (sistemas ciber-físicos) que conectan diferentes tecnologías habilitantes. En una empresa inteligente podrían distinguirse cinco niveles (Petrillo, et. al., 2018):

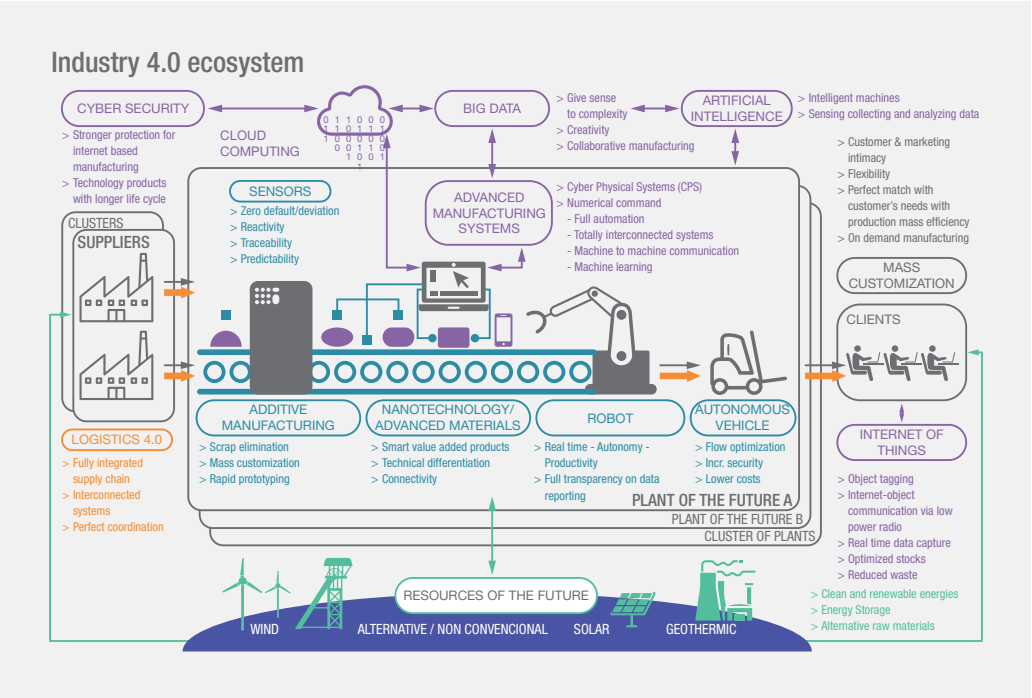
(i) El primer nivel (nivel superior del gráfico) corresponde a la adquisición y generación de los datos; para esto están Big Data y la Nube (Cloud computing). Big Data consiste en una gran cantidad de datos, y el procesamiento y análisis de éstos por medio de algoritmos. La Nube es otra tecnología que permite el manejo de grandes bases de datos y el uso de éstos en tiempo real para enviarlos al sistema productivo. Dado que los datos son transmitidos digitalmente, en este primer nivel está el sistema de ciber-seguridad.

(ii) El segundo nivel (debajo del primer nivel del gráfico) incluye los dispositivos de conexión: sensores, activadores redes computacionales.

(iii) El nivel 3 (debajo del segundo nivel del gráfico) incluye robots y vehículos autónomos, los que están directamente manejados por el sistema computacional de la empresa inteligente. La evolución tecnológica ha generado el proceso de manufactura aditiva y la impresión 3D. Esta tecnología permite construir prototipos y satisfacer una demanda personalizada de los consumidores.

(iv) El nivel 4 (lado izquierdo del gráfico) corresponde al sistema logístico conectado con los proveedores ("supply chain").

(v) El nivel 5 (lado derecho del gráfico) corresponde a la conexión con los consumidores.



CAPÍTULO II

URGENCIA, INSERCIÓN INDUSTRIA 4.0 E IMPACTO SOCIAL

1.- Consenso en Países Desarrollados

Existe consenso en muchos países desarrollados (PD) respecto de la necesidad de tener un sector industrial significativo y competitivo. Esto está determinado en parte por el conjunto de las cifras sobre la relevancia de la industria actual y futura. Pero hay dos factores estratégicos que vamos a examinar a continuación.

¿Por qué los países desarrollados se han embarcado en la Estrategia Industrial 4.0?

Reiterando, hay dos motivos centrales interrelacionados; un motivo relevante de política estratégica y uno vinculado a los factores determinantes de la innovación.

El motivo estratégico fue claramente delineado por la canciller Angela Merkel al fundamentar la necesidad de implementar la Estrategia Industria 4.0 así (año 2011): "Tenemos que dominar rápidamente la fusión del Internet con la producción industrial para evitar que las actuales grandes empresas digitales (EE.UU.) tomen el control de nuestra industria". "Alemania tiene que transformar su sector productivo en una industria digitalizada".

Italia ha creado y promovido varias iniciativas y consorcios que tienen como objetivo convertir a la industria en el motor de crecimiento de la economía. Esto requiere un papel activo de la política pública para reconstruir y modernizar las capacidades productivas.

El Presidente Obama diseñó una "política industrial" que tenía diversos objetivos: eficiencia industrial, competitividad internacional, empleo, calentamiento global e independencia energética (ver Anexo A). Por otra parte, el Presidente Trump ha iniciado una guerra comercial con China cuyo trasfondo real está vinculado a qué país controla la tecnología del futuro.

En otro ámbito hay consenso en el sector productivo y académico de los países desarrollados de la necesidad de una industria local para capturar los beneficios de la innovación y el emprendimiento. Gran parte del aprendizaje industrial está vinculado a través de las diversas etapas del proceso "producir bienes": generar la idea -hacer el prototipo, interacción de los técnicos con los ingenieros resolviendo los problemas en la etapa de hacer y producir los bienes – las soluciones para los problemas que aparecen –, las discusiones y pruebas respecto a diversas y mejores soluciones. El aprendizaje resultante se estandariza en procesos codificados y protocolos. Luego, es importante la reacción positiva y negativa -y el descontento y quejas de los consumidores- para corregir y mejorar.

El modelo explícito o implícito es: "inventado (o diseñado) aquí porque fue hecho aquí". En otras palabras, una base industrial sólida se considera crucial para generar innovación; "hecho aquí ("made in Chile") sería el mecanismo". Como dice Richard Branson: "la mejor manera de aprender algo es haciéndolo".

En otras palabras, la industria actual constituye un sector necesario para contribuir a la comprensión y uso de las tecnologías 4.0 y para generar innovación. El proceso de aprendizaje e innovación asociado a la producción de los bienes constituye un activo para la empresa para su competitividad de largo plazo.

Además, la RI 4.0 está basada en datos e información. Los datos son el "petróleo" del siglo XXI. La forma cómo se analizan y usan estos datos se convierte en un factor de competitividad. Esto implica lograr la "fusión" del proceso productivo con la información o los servicios digitales en tiempo real. Esta es la integración ciber-física (la esencia de la RI 4.0).

2.- Urgencia por Incorporarse a la Industria 4.0

2.1.- La Revolución Industrial 4.0 es diferente a las anteriores (Schwab, 2016).

Reiterando, la RI 4.0 tiene (i) una velocidad exponencial diferente de las anteriores Revoluciones Industriales, que tenían una velocidad lineal. (ii) Tiene una amplitud y profundidad mayor con grandes cambios paradigmáticos sobre la empresa – modelo de negocios – y funcionamiento de los mercados y la sociedad. (iii) Es muy compleja pues hay varias revoluciones tecnológicas simultáneas y combinaciones entre

éstas – combinación ciber-física. Definir lo que es la RI 4.0 es mucho más complejo respecto de las 3 Revoluciones anteriores. (iv) Impacto sistémico: transforma el sistema completo, i.e. a todo un sector productivo en cuestión. Ejemplos: Uber, Airbnb, Energía Solar.

Hay algo común para todas las Revoluciones Industriales: el cambio tecnológico generado es crucial para el progreso. En efecto, las nuevas tecnologías generadas en las diversas Revoluciones Industriales tienen en común el hecho de posibilitar la producción de bienes y servicios de manera más simple, más rápida, más eficiente y a menor costo.

2.2.- La RI 4.0 tiene un gran impacto sobre cómo las empresas se organizan y reestructuran.

Esto genera un cambio en los modelos de negocios. Las nuevas tecnologías impulsadas por las TIC han aumentado la velocidad y escala del cambio de los modelos de negocios.

La evidencia empírica muestra que se ha reducido la vida promedio de las empresas que están entre las más grandes de S&P 500 – Antes era de 60 años – ahora sólo 18 años. Por otro lado – nuevas empresas que entran a un mercado pueden rápidamente transformarse en dominantes.

2.3.- La velocidad y aceleración de la innovación es difícil de comprender y anticipar.

La escala y ámbito del impacto de la RI 4.0 es muy disruptiva. Las empresas que van a sobrevivir en este mundo competitivo y cambiante serán las que estén innovando permanentemente o pendientes de las últimas innovaciones para incorporarlas a sus proceso productivos. Prevalecerá la evolución darwiniana, en que sobreviven no los más grandes o los más fuertes (ej. desaparecen los dinosaurios), sino que los que saben mejor adaptarse a las frecuentes innovaciones disruptivas. Esto sugiere que las empresas medianas y pequeñas tendrás ventajas comparativas ante las empresas grandes para enfrentar las innovaciones y disrupciones.

Veamos ejemplos de los cambios sistémicos que han sucedido y los próximos eventos que pueden suceder. Una buena comparación es la siguiente (Schwab, 2016): En 1990, en Detroit estaban las 3 empresas de autos más grandes del mundo con: capitalización: US$36B; ventas: U$250B; empleo: 1.2M trabajadores. En el año 2014, en Silicon Valley están las 3 empresas más grandes del mundo con: capitalización: US$1Tr.; ventas: U$247B; empleo: 137.000 trabajadores.
Obsérvese que el nivel de ventas en Detroit (1990) y Silicon Valley (2014) era similar (en términos US$ nominales), pero el nivel de empleo ahora es un décimo del anterior.

2.4.- Cambios esperados al año 2025

En una encuesta a 800 ejecutivos y expertos del sector TIC se les preguntó cuáles eran sus expectativas respecto de las innovaciones que habría en el año 2025. Más del 80% cree lo siguiente (Schwab, 2016):

-Más del 90% de la población va a tener disponibilidad de almacenamiento gratuito e ilimitado de la información, financiado por avisaje
-Van a haber 1 trillón de sensores conectados a Internet
-10% de los anteojos ópticos van a estar conectados a Internet
-80% de la gente va a tener una presencia digital en Internet
-Se va a producir el primer automóvil por medio de impresión 3D
-Los primeros celulares implantables van a ser comercializados
-90% de la población va a usar celulares inteligentes
-5% de los productos consumidos serán producidos por impresión 3D

Reiterando, eso es lo que se pronostica que va a pasar en 6 años más. Aquí en Chile hay total ignorancia y pasividad respecto del mundo que viene.

2.5.- Innovación: clave para competir en el futuro cercano.

A las empresas, sectores y países -que quieran ser competitivos en el futuro próximo- que usen la estrategia de minimización de costos les irá peor que a los que se dediquen a la innovación de productos y procesos, y se inserten en la RI 4.0. En otras palabras, para ser competitivos en el futuro cercano, tanto las empresas como los países tienen que estar en la frontera de la innovación, en sus diversas modalidades.

El diluvio de información disponible y que aparece cada día -la aceleración de las innovaciones difíciles de predecir y anticipar- genera una velocidad de eventos sorpresivos y disruptivos. Ejemplo: la impresión 3D va a implicar una proliferación de la manufactura a pequeña escala. Por ejemplo, la producción de repuestos y partes para equipos y maquinaria a menor costo y más rápido.

2.6.- La RI 4.0 está teniendo los siguientes efectos:
-Hay un cambio en las expectativas de los consumidores.
-Big data y utilización de la información en tiempo real permite la modificación de los productos según las preferencias diversas y cambiantes de los consumidores.
-Los procesos y modelos operacionales actuales se van a transformar en procesos y modelos digitales.
-Se van a formar redes de empresas que van a colaborar y generar sinergias. A las empresas que operen en network les va a ir mejor que a las que operen aisladamente.
-El mundo actual es el mundo del ahora -que funciona en "tiempo real"-. Las empresas tienen que entregar los bienes y servicios al momento -y a domicilio-. Los que tienen la logística para hacerlo e interactuar con los consumidores, estén donde estén, desplazarán a los que no la tienen.

3.- Obstáculos para la Implementación de RI 4.0

En primer lugar, hay que concordar a nivel nacional una estrategia de crecimiento. Para esto se requiere definir una visión del futuro. Imitando a los países desarrollados y adoptando la tecnología moderna, la estrategia de crecimiento debería estar vinculada a la Industria 4.0. Todos los agentes económicos y sectores de la sociedad –sector público, sector privado y las personas- tienen que insertarse en esta RI 4.0; esto implica que, para comenzar, todos se tienen que digitalizar.

En segundo lugar, cada país tiene que preocuparse de los costos del ajuste. Esto le permitirá estar en una mejor posición para aprovechar las oportunidades que genera la RI 4.0. En consecuencia, las oportunidades que genera dependerán críticamente de lo que hagan los Gobiernos de los países para facilitar y apoyar a las personas y a las firmas existentes y nuevas su inserción en la RI 4.0.

A nivel de las empresas productivas, éstas enfrentan dos obstáculos importantes: (a) la falta de una estrategia digital para modificar los procesos productivos y logísticos, y (b) el no apoyo de los CEO para la introducción de la tecnología digital.

La mayoría de las empresas tiene miedo de efectuar las cuantiosas inversiones requeridas para la implementación de la RI 4.0 por cuanto no es posible anticipar los beneficios económicos de la inversión en la tecnología digital. Además, el período de generación de incrementos de la productividad y maximización de ganancias no es instantáneo ni a corto plazo; puede demorar 3 a 5 años. Hay que recordar que la alternativa será desaparecer del mercado.

Muchas empresas no están preparadas para el almacenaje y manejo de la gran cantidad de información que se va a generar. Además no tienen el capital humano necesario para procesar, interpretar y utilizar esta información en tiempo real.

La digitalización industrial demanda repensar y evaluar las "capabilidades" y las competencias requeridas (capital humano), la tecnología y los procesos a través de toda la cadena de producción.

4.- Industria 4.0 y el Largo Plazo[16]

La implementación de la Estrategia Industria 4.0 no es algo simple ni rápido. Por el contrario, es algo complejo, dificultoso y que tiene múltiples dimensiones. Para esto se requiere constituir una Comisión integrada por diversos tipos de expertos para elaborar una Hoja de Ruta para que Chile se inserte en la RI 4.0.

A nivel de las empresas la agenda de factibilidad de inserción incluye dos componentes:

a) Competitividad: focalización y desplazamiento del foco de reducción de costos laborales hacia una visión más amplia del entorno de negocios. En este sentido, hay que preocuparse de las demandas relacionadas a la creación de un ecosistema de negocios que genere un ambiente

[16]Esta sección está basada en World Bank (2018).

favorable a la competitividad de "hacer negocios": infraestructura de conexiones digitales de calidad, buenas bases de información de proveedores de insumos y servicios, conjunto de profesionales y técnicos especializados en la parte tecnológica.

b) Capabilidad[17]: "Capabilidad" correspondería a la traducción literal del inglés del término "capability" (capacity + ability)[18]. Capabilidad implica internalizar y usar tecnologías; además, tener las competencias para modificarla e innovar, i.e. mover la frontera tecnológica.

Las empresas tienen que expandir su capacidad interna para absorber las nuevas innovaciones tecnológicas. No basta con saber que existe una nueva tecnología -o comprarla o tener la licencia para utilizarla-. Se requiere que la empresa tenga la infraestructura adecuada para aprovechar al máximo el potencial de la nueva tecnología. Para esto se requiere que los gerentes y profesionales tengan el know how y las competencias correspondientes.

El aprendizaje tecnológico y adquisición de capabilidad tecnológica distan de ser procesos automáticos, por lo que la comprensión de los esfuerzos y mecanismos que se requieren a nivel de firma para su adecuada consecución es de suma importancia. En breve, la firma debe tener la capacidad de aprender y la capabilidad necesaria para incorporar y utilizar nuevas tecnologías.

Para incorporar nuevas tecnologías se requiere de procesos que involucran un importante esfuerzo por parte de las empresas, y que en su gran mayoría son internos a éstas. Dicho de otra manera, es necesario que la base de conocimiento de las empresas sea complementaria a la tecnología que éstas pretenden internalizar.

El proceso de aprendizaje es un componente fundamental en el desempeño de las empresas productivas. En breve, las orientaciones hacia el aprendizaje están fuertemente ligadas al tipo de organización; por ejemplo, "aprender haciendo" (Arrow, 1962) se relaciona mayormente con tareas productivas, mientras que "aprender de los errores" está más ligado a procesos innovadores.

El "aprender haciendo" ("learning by doing") plantea que a medida que producimos, aprendemos y observamos cómo hacer las cosas más eficientemente. Esta metodología supuestamente consiste en el desarrollo de habilidades crecientes en el proceso productivo. Esto tiene como consecuencia la reducción de los costos laborales por unidad de output. Pareciera que la repetición mecánica de lo que hacemos aumenta la productividad. Sin embargo, se requiere que haya una reflexión sobre el aprendizaje; pensar cómo aprender a través del aprendizaje mismo. El objetivo último sería que cada individuo adquiera una capabilidad autónoma para generar nuevo conocimiento.

Por su parte, el "aprender de los errores" supone que éstos son parte del proceso de aprendizaje, y de hecho son una necesidad dentro del mismo. A pesar de esto, la evidencia empírica vinculada a las empresas y organizaciones muestra que es muy raro en ellas el aprendizaje relacionado al fracaso (Edmondson, 2011); en efecto, no es fácil inferir las lecciones asociadas a éste. Un componente necesario para fomentar la innovación dentro de las empresas sería que éstas comprendan que los procesos ligados a la innovación distan de ser automáticos, y que los errores no son sólo parte de estos, sino una condición para que ocurra la innovación.

A nivel de firma, el desarrollo tecnológico de una empresa de un PED enfrenta desafíos para innovar que son diferentes al de una empresa de un PD. La empresa del PED confronta un entorno externo en el cual ya existen varias empresas competidoras que ya han resuelto los procesos del aprendizaje y del "know how" (Koivisto, 2005). Esto sugiere la necesidad del apoyo público para lograr competir en condiciones similares; justamente lo que han hecho Corea y Japón.

5.- Impacto Social de la RI 4.0[19]

Todas las previas Revoluciones Industriales han terminado generando un aumento en el empleo. Esta vez esto está en duda. Lo que hace diferente a la RI 4.0 es la velocidad y el impacto disruptivo que puede tener. Cuando el proceso de automatización se automatiza gracias a la IA (Inteligencia Artificial) entonces puede haber una aceleración del cambio jamás vista antes.

[17]Sobre el tema de la "capabilidad" ver Meller & Parodi (2016). En este artículo están las referencias utilizadas en esta sección.
[18]No hay en español la palabra correspondiente. Capabilidad no sólo es la síntesis de capacidad y habilidad; es eso, pero adicionalmente es: aptitud, calificación, experiencia, potencial, know how, facultad, competencia centrados en las necesidades de las competencias requeridas por todos los trabajadores y profesionales de la empresa para adoptar y adaptar las nuevas tecnologías.
[19]Esta sub-sección está basada en INDUSTRY-ALL (2017).

Algunos empleos se van a transformar, otros van a desaparecer, otros se van a crear. Pero los trabajadores cuyos empleos desaparecen no van a ser aptos para los nuevos. Los empleos que desaparecen y los que se crean requieren distintos tipos de calificaciones.

Estudios para Alemania predicen que el uso de las Tecnologías 4.0 va a requerir gran inversión en educación y capacitación. Se predice que los empleos que se van a perder hacia el año 2025 serán 1.540.000, mientras que los se van a crear serán 1.510.000. Reiterando, los nuevos empleos serán diferentes y puede que estén en otras regiones y sectores productivos. En consecuencia, no será fácil la absorción de los trabajadores que quedan desocupados.

El conocimiento informático y la capacidad de comprensión de los lenguajes de programación serán competencias muy valoradas en el futuro.

Alerta desde la óptica de los sindicatos: La RI 4.0 no es simplemente una revolución tecnológica más, sino que es posiblemente la que generará la mayor transformación histórica de la industria, con un gran impacto sobre el empleo y el tipo de empleos.

Se ha planteado una Transición Justa. El objetivo no es detener la RI 4.0, por cuanto eso va a fracasar, pero hay que hacer que la transformación tecnológica sea socialmente responsable y sustentable para todos. Hay que evitar que los beneficios de la RI 4.0 sean privatizados y los costos sean socializados.

Un primer requerimiento sería que la RI 4.0 genere empleos sustentables. El segundo requerimiento sería crear una red social importante. El tercer requerimiento: un masivo programa de capacitación para adquirir las competencias laborales necesarias para la nueva era tecnológica.

La cuestión de fondo es: ¿cómo se financia esto?, y ¿quién se beneficia de la transición a la era RI 4.0? Sería deseable que la Tecnología 4.0 beneficie a toda la sociedad, y no que la Tecnología 4.0 establezca un nuevo patrón laboral que precarice la fuerza laboral. Por esto es importante efectuar el análisis del impacto social que puede generar esta RI 4.0. A este respecto hay que insistir que la tecnología tiene que estar centrada en el ser humano; esto implica que cualquier nueva tecnología que se desarrolle tiene que tener seres humanos como operadores activos y tomadores de decisión, y no simplemente como apéndices de la maquinaria y siguiendo las instrucciones, o la secuencia del proceso productivo. Como ilustra implícitamente el cuadro, que sean los “humanos los que usan la tecnología y no la tecnología la que usa a los humanos”.

Relaciones Productivas Posibles entre Seres Humanos y la Tecnología 4.0

	Humanos usan la Tecnología 4.0	Tecnología 4.0 usa Humanos
Control del Proceso Productivo	Mejora de las competencias laborales. Participación e influencia de los trabajadores sobre los objetivos y el diseño del trabajo y las tareas.	Degradación de puestos de trabajo. Definición estrecha de tareas con un alto nivel de estandarización.
Organización del Trabajo	Cooperación, participación e interacciones complejas entre trabajadores, profesionales y ejecutivos.	Alta responsabilidad / bajo margen de acción.
Rol de la Tecnología	Las tareas y funciones muy demandantes, rutinarias y poco atractivas debieran ser realizadas por robots ligeros.	Objetivo ideal de la Tecnología: automatización completa. El número de empleados: el mínimo posible.
Calificaciones/ Competencias	Educación y capacitación integrales (dentro y fuera del trabajo). Más y mejores oportunidades para la movilidad ascendente.	Sólo entrenamiento específico en el trabajo.
Datos	Acceso a la información y al conocimiento para la resolución de problemas. Los datos personales están protegidos.	Uso de datos personales para controlar el comportamiento y aumentar el output.

Fuente: INDUSTRY-ALL (2017)

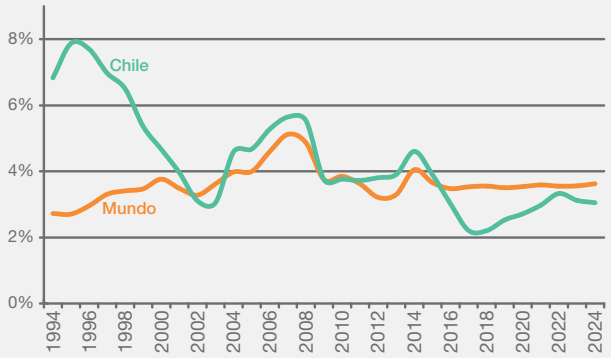
En otras palabras, el impacto social tiene que ser incorporado en cualquier nuevo desarrollo tecnológico, de manera similar a la reducción del impacto ambiental. El rol del Gobierno no se puede restringir a subsidiar la implementación de la transformación digital. Además, tiene que promulgar nuevas leyes, estándares y políticas públicas que se hagan cargo del impacto social.

CAPÍTULO III

VOLVER A CRECER

El crecimiento de mediano plazo de la economía chilena se proyecta en torno a un 3% anual. En esto coinciden el FMI y el Panel de Expertos del PIB Tendencial. Según el Fondo, ese crecimiento será inferior al promedio mundial (3,7%), y levemente superior al promedio de América Latina (2,8%). En Sudamérica creceremos a un menor ritmo que Argentina, Bolivia, Paraguay y Perú.

Figura 1
Crecimiento de Chile y el mundo
(Medias móviles quinquenales; porcentajes



Fuente: Weo Database, abril 2019, FMI.

¿Por qué estamos en la medianía si hace poco crecíamos más que el mundo, y éramos los más dinámicos de la Región?

Chile vivió un ciclo virtuoso de crecimiento que está llegando a su fin desde hace más de una década. Se trata de un fenómeno común en la historia de muchas economías. Pero sólo las que mutaron su estrategia de crecimiento dieron el salto al desarrollo. Las que no lo hicieron cayeron en la trampa del ingreso medio.

Chile ha llegado a esta etapa cuando el mundo está viviendo una transición tecnológica profunda, y tanto las economías más grandes como las más dinámicas han desarrollado estrategias agresivas para no quedar rezagadas en su competitividad. Estas estrategias son las que se enfocan en lo que denominamos Industria 4.0. Desde hace una década ese enfoque está cambiando significativamente la forma y fondo de las políticas públicas para impulsar la modernización productiva.

Durante la década en que han coincidido estos dos fenómenos Chile no ha renovado su estrategia económica. Es que, para algunos, centrarse en el crecimiento implica postergar demandas sociales ineludibles. Para otros, esas demandas son un lastre para crecer más. En esa discusión, sin embargo, hay un hecho práctico que pasa inadvertido: los países con mejor distribución del ingreso y mayores índices de satisfacción social son todos desarrollados. Es que proporcionar una educación de calidad con cobertura general como la de los países desarrollados es caro. También resulta caro tener sistemas de pensiones, de salud y de seguridad ciudadana equivalentes a los mejores del mundo. Y así. Para contar con instituciones de países ricos hay que ser un país rico. Y para llegar a serlo no se puede descuidar el

crecimiento.

Es cierto que el crecimiento puro y simple no es suficiente para que la próxima generación se desenvuelva mejor que la actual. Pero para que cada generación supere integralmente a la anterior el crecimiento es una condición necesaria. La historia moderna no registra éxitos que contradigan lo anterior. Tampoco registra casos que lo hayan logrado tomando atajos. El mantener el control del corto plazo en lo macroeconómico, en lo político y en la convivencia social es también un imperativo estratégico. Una crisis en cualquiera de esos frentes torna urgente la recuperación del control perdido. Y esas urgencias del corto plazo desplazan hasta la irrelevancia la agenda de largo plazo.

El espíritu de este capítulo es reflexionar sobre cómo aprovechar constructivamente el aporte de todos, con toda su diversidad, para construir un futuro mejor para cada uno, incluyendo las próximas generaciones. Los ingredientes se discutieron en los capítulos previos. Pero tan importante como sus componentes son los procesos. Eso es lo que discutimos en este capítulo: los procesos para entender y para superar cada uno de los dos desafíos ya mencionados. Esto es, el fin de un ciclo virtuoso y la revolución tecnológica actual.

1.- El Fin de un Ciclo

1.1.- Análisis histórico

La población pobre en 2017 habría representado un 2,9% del total según la metodología antigua de medición[20], porcentaje insuficiente en la actualidad para una buena focalización de las políticas sociales. Con todo, la metodología tradicional permite la comparación histórica: En 30 años (1987 – 2017) la pobreza así medida cayó desde 45,1% a 2,9% de la población, una de las reducciones más rápidas de la historia mundial moderna. Coincidentemente, el PIB de Chile se multiplicó por 4,2 en ese mismo lapso. Nuestra historia no registra otro período de 30 años en que la economía haya crecido tan dinámicamente.

Arthur Lewis, Nobel de Economía 1979, explicó ese tipo de fenómenos[21]. El argumento es que en las etapas iniciales del desarrollo existe sobrepoblación. Es decir, el polo moderno y dinámico es inicialmente pequeño, incapaz de ofrecer empleos dignos y bien remunerados a toda la fuerza de trabajo. La población excluida de la modernidad es pobre, con estrategias de sobrevivencia ligadas a trabajos precarios y de baja productividad. El crecimiento económico, en tanto, se explica por el aumento de capital productivo en el sector moderno. El empleo en ese sector crece con trabajadores que migran desde ocupaciones de productividad nula en la etapa inicial. Cuando el empleo en el sector residual comienza a exhibir una productividad marginal positiva existe lo que se conoce como el turning point (punto de quiebre) de Lewis (véase recuadro A).

Aunque es una visión poco popular en estas latitudes, el planteamiento de Lewis es ampliamente conocido y respetado en Asia oriental. En los más de 60 años transcurridos desde su publicación, ese enfoque ha evolucionado significativamente, y sigue vigente. Es el modelo detrás de la estrategia económica de Corea del Sur en las primeras décadas de su modernización, al igual que en otras economías del Sudeste de Asia. Actualmente es citado con frecuencia en los planes quinquenales de China, donde se discute si están o no en el turning point de Lewis, ya que éste se asocia a dos fenómenos de relevancia. El primero es una desaceleración del crecimiento. El segundo es que marca el momento en que la modernidad concentrada hasta ahora en el centro-sur de ese país debería extenderse a todo el territorio.

La intuición de Lewis también permite entender por qué la pujanza de la Primera Revolución Industrial coexistió con la miseria en Europa y Japón. Sólo baste recordar la tesis de la sobrepoblación de Malthus o la del ejército industrial de reserva de Marx. O a Dickens en la Inglaterra del siglo XIX y sus contemporáneos Víctor Hugo y Balzac en Francia, que denunciaron la miseria de entonces en algunas de sus obras. En la década de 1840, además del drama de Irlanda, fallecieron de inanición más de 100 mil alemanes y holandeses. El éxodo de población europea durante el siglo XIX fue la contrapartida de una nueva colonización en muchos de nuestros países.

Pero no todas las economías actualmente industrializadas caben en esa lógica. Australia, Canadá, EE.UU., Nueva Zelanda e incluso Argentina

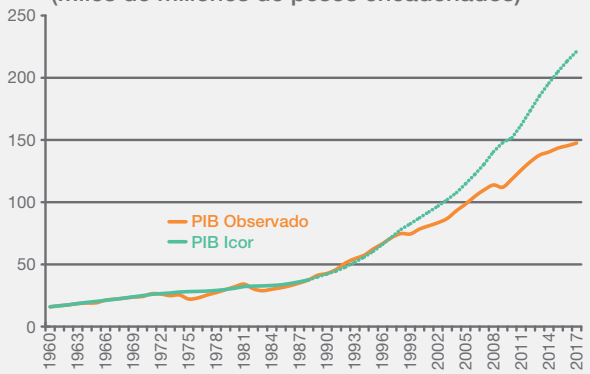
[20] La medición tradicional se discontinuó en 2011. La cifra mencionada es una estimación que supone que el valor de la canasta básica aumentó igual que el IPC.

[21] Lewis, W. Arthur (1954). "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour". The Manchester School. 22 (2): 139–91.

hasta la primera mitad del Siglo XX no vivieron una situación de pobreza masiva asociada al exceso de población. La modernización del hinterland formó parte de las etapas previas de crecimiento de esos países. Pero esa penetración estuvo también asociada a olas de inmigración extranjera, en la ausencia de sobrepoblación rural. Pero ése no fue el caso de Chile.

La evidencia apunta a que la población comenzó a tornarse escasa en Chile a mediados de la década de 1990. Hasta ese entonces, a pesar de la gran turbulencia de los '70 y los '80, el PIB potencial podía medirse de manera más o menos efectiva con un simple acumulador de la inversión productiva menos la depreciación, conocido como ICOR por su sigla en inglés. Ello da cuenta de la redundancia de otros factores productivos en aquella época, especialmente del trabajo. La figura 2 muestra una estimación del PIB ICOR, y cómo a mediados de los '90 dejó de acertar.

Figura 2
PIB observado y PIB icor 1960 - 1988
(Miles de millones de pesos encadenados)



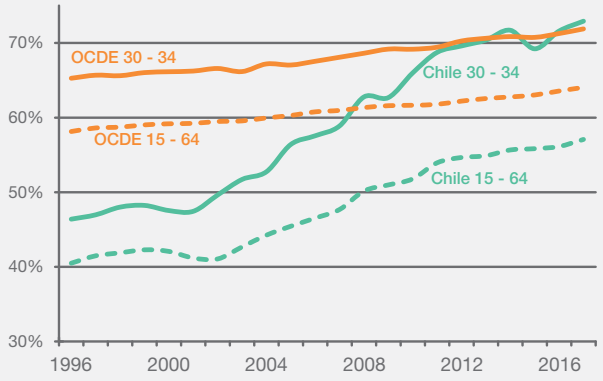
Fuente: Estimación del autor sobre la base de datos de la Comisión de PIB Tendencial 2018, DIPRES.

Fue también en ese tiempo que el sector agrícola comenzó a sentir la escasez de trabajadores. Incluso por primera vez hubo migración desde las zonas urbanas al campo durante la temporada de cosecha. También en ese entonces se inició la inmigración extranjera, que en la actualidad es masiva: 1.251.225 extranjeros residentes registró el INE al 31 de diciembre de 2018, equivalente al 6,6% de la población. Algo impensable hace pocos años.

La escasez de población también ha alentado una mayor participación de las mujeres en la fuerza de trabajo (tasa de participación). En la figura 3 se aprecia que la tasa de participación de las mujeres entre 15 y 64 años de edad (líneas punteadas) todavía está lejos de los niveles de la OCDE. Sin embargo, para el estrato entre 30 y 34 años (líneas continuas) la tasa de participación ha igualado el nivel y el comportamiento de la OCDE. Se trata de un hecho que ha sucedido en otros países en esta etapa de su desarrollo. La explicación es que para las mujeres que no ingresaron a la fuerza de trabajo en su juventud resulta más difícil que lo hagan en la madurez. La evidencia internacional también muestra que las mujeres que entran jóvenes a la fuerza de trabajo tienden a no salir de ésta hasta pensionarse. Aún es temprano para evaluar si en Chile será así, pero es el escenario más probable. Y además es alentador.

Hay lecciones más generales de lo anterior. Muchas de las proyecciones de largo plazo del PIB de Chile asumían que la tasa de participación femenina nunca alcanzaría los niveles de las economías desarrolladas, por "razones culturales". El párrafo anterior echa por tierra esa hipótesis. La "cultura" evoluciona con la modernidad, con la necesidad y con la oportunidad. Así ha sido en las economías actualmente desarrolladas. Y así deberá ser en Chile en muchos otros ámbitos. Eso forma parte del camino que otros recorrieron antes, y por el que ahora debemos avanzar.

Figura 3
Mujeres 1996 - 2017: Tasa de participación en la F. de Trabajo por edad
(Porcentaje de la población)



Fuente: OCDE.

Chile, sin los planes quinquenales de China, ya pasó por el turning point de Lewis y, como se espera que ocurra, extendió la modernidad a casi todo el territorio nacional. Tres décadas atrás la modernidad se concentraba en segmentos de las grandes zonas urbanas, especialmente en Santiago, y en enclaves asociados a la exportación de recursos naturales. La cobertura de los servicios sanitarios, la electricidad, las comunicaciones y, en general, el estilo de vida moderno estaba lejos de los estándares de la OCDE, y en varios casos por debajo del promedio de América Latina. Pero el país se puso al día rápidamente. La infraestructura vial interurbana es hoy de las mejores de la Región. La cobertura del acceso a aguas mejoradas y de tratamiento de aguas servidas está hoy en el promedio de la OCDE. Lo mismo respecto de la electrificación rural y las telecomunicaciones, con todas sus implicancias para efectos del acceso a Internet. El mejoramiento de los puertos y aeropuertos impresiona. El número de pasajeros en vuelos nacionales ha crecido por sobre los dos dígitos como promedio anual. Los centros comerciales modernos se han expandido a todas las regiones y ya son habituales en casi todas las comunas de las grandes ciudades. Desde 1995 se han construido más mega-centros comerciales en regiones que en Santiago.

Durante todo ese período la inversión privada fue replicando en el hinterland los estándares que antes estaban territorialmente concentrados. Una parte significativa de los proyectos de inversión privada se vincularon precisamente a más y más grandes carreteras, aeropuertos, puertos, electrificación, sanitarias, telecomunicaciones, retail, infraestructura urbana, viviendas sociales y así. Pero el territorio se ha ido copando y se ha tornado más escaso que antes. Es cosa de ver cómo han evolucionado los precios de la tierra. Hoy es más difícil encontrar proyectos para hacer más de lo mismo.

Por cierto, la incorporación de la informalidad urbana y la ruralidad a la modernización nunca termina de completarse. Como en muchos casos, el proceso tiene la forma de una curva logística, y estaríamos en un punto como el que se destaca en la figura 4. Para decirlo en breve, el grueso de la acción y el dinamismo ya pasó, y comienza una

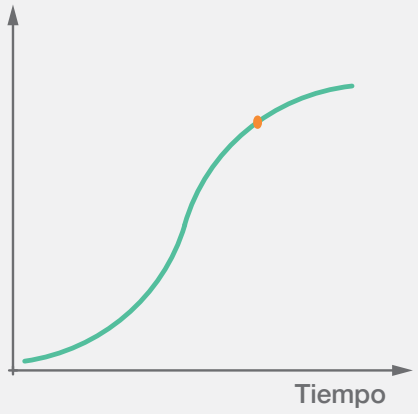
ralentización progresiva. En su rol de motor de cambio y progreso acelerado, el ciclo virtuoso está llegando a su fin. Y eso es bueno que ocurra, porque es la consecuencia lógica de haber culminado una etapa del desarrollo económico.

En torno al turning point de Lewis las señales para la inversión están dadas principalmente por la modernización del hinterland. Más de lo mismo es bueno, porque se trata de expandir la modernidad al resto del territorio. Pero completada esa etapa el crecimiento deja de ser liderado por la inversión, y los componentes claves son el crecimiento de la productividad y de la fuerza de trabajo. La estrategia lógica para esta nueva fase debe orientarse a dar el salto definitivo al desarrollo. Eso es lo que algunos llaman la "segunda transición".

Para abordar ese tema es necesario considerar las implicancias sociales y políticas de haber culminado esa etapa.

Figura 4

Curva logística



1.2.- Otro país

El fin del ciclo virtuoso deja una sociedad muy distinta a la del inicio de ese ciclo. En 30 años Chile pasó de ser un país de pobreza masiva a otro de clase media masiva. Es una clase media todavía precaria, pero clase media al fin y al cabo. ¿Pero, qué es la clase media? Para efectos de esta reflexión la clase media está constituida por los "no-pobres-y-no-ricos". Es decir, una familia de clase media genera ingresos y satisface sus necesidades por sobre el umbral que define la pobreza actualmente. Pero, a la vez, necesita generar ingresos porque su patrimonio, por sí solo, es insuficiente para seguir fuera de la pobreza.

Se trata, por lo tanto, de un grupo vulnerable a los riesgos de sus ingresos y gastos. El desempleo de alguno puede ser un drama familiar. Una enfermedad catastrófica u otra tragedia que exija elevar el gasto también lo es. Sus hijos son la primera generación que cursa estudios superiores. Eso es motivo de orgullo, pero también de ansiedad al pagar por esos estudios. Sin activos suficientes, se endeudan para adquirir una vivienda o bienes de consumo durables. Y esa deuda eleva su vulnerabilidad. La posibilidad de una vejez pobre les genera ansiedad. También se sienten vulnerables frente a los asaltos.

Son esos riesgos los que definen las demandas de la clase media respecto de las seguridades del sistema en salud, educación, pensiones y seguridad ciudadana, entre las más importantes.

La masividad de estas demandas es relativamente reciente. Fue la "marcha de los pingüinos" en 2006 la que marcó un antes y un después en Chile, pues fue la primera movilización social con demandas propias de la clase media que tuvo una acogida amplia, y que cambió el tono del debate público. Hasta entonces, el foco se había concentrado en la pobreza.

¿Y qué tiene que ver todo eso con el crecimiento?

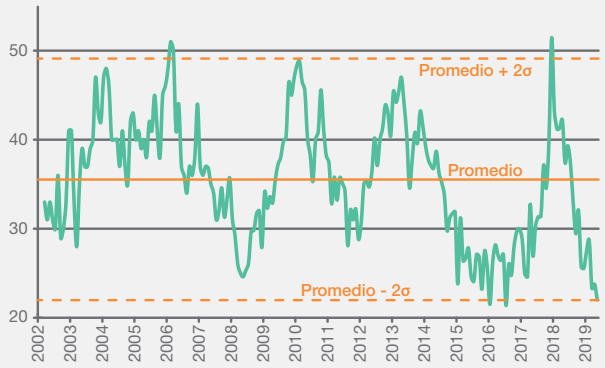
Pues mucho.
Es cierto que nos encontramos en el umbral del desarrollo. Pero también es cierto que el salto definitivo no está garantizado. Hay países que teniéndolo todo no lo lograron. ¿Por qué? Porque existe una tensión sobre los recursos económicos. Por una parte están las demandas de una clase media empoderada, como se vio. Pero también están las necesidades de ahorro para financiar la inversión y dar estabilidad macroeconómica al crecimiento.

¿Es necesario optar por uno u otro camino? Esa opción no existe. Como se dijo, los buenos sistemas de pensiones, educación, salud y seguridad son caros, y no es posible financiarlos sin ser un país rico. Pero la opción de abordar esos desafíos en plazos breves da lugar a una "puja distributiva" que genera soluciones mediocres, insatisfacción e instala una suerte de populismo crónico. Por otro lado, la opción del crecimiento puro, postergando la satisfacción de las demandas sociales "para más adelante" es inviable políticamente. La clase media del Chile actual es el grupo socioeconómico mayoritario lo que, en un contexto democrático, no puede ser ignorado. La ausencia de legitimidad política de la opción de sólo crecer genera incertidumbre sobre su sostenibilidad. La solución estratégica es combinar el crecimiento con un camino de fortalecimiento institucional que responda a las demandas de la sociedad, y a la velocidad que permita el crecimiento de los recursos para financiarla[22].

Los sistemas de seguridad social, de educación universal y de salud pública de calidad surgieron en EE.UU. y en parte de Europa occidental a fines del siglo XIX, cuando ya se consolidaba la clase media como el grupo social mayoritario. ¿Cuánto Estado de Bienestar? La respuesta es ambigua, pero los países desarrollados con sistemas de bienestar más amplios tienden a ser los que partieron con sociedades más traumatizadas por la miseria previa. Como Chile.

Pero de nuevo, ¿es necesario optar por uno u otro camino? Lo anterior es solo parte de la respuesta. La probabilidad de combinar crecimiento y bienestar depende críticamente de las expectativas de la mayoría. Las expectativas económicas a 5 años del IPEC se han reducido significativamente desde su mejor punto, en diciembre de 2017 (figura 5). La ausencia de optimismo eleva las probabilidades de que se instale el populismo crónico en Chile. En efecto, mientras más bajas sean las expectativas de crecimiento, el horizonte para abordar el bienestar se alarga exponencialmente. Es por ello que se torna urgente desarrollar una agenda de crecimiento dinámico que no sólo sea posible sino que también parezca posible.

Figura 5
IPEC: Expectativas económicas a 5 años



*/ Sobre el valor 50 es optimista; bajo 50 es pesimista.
Fuente: BCCh.

[22]Como se dijo, la reducción de la pobreza en Chile fue una de las más rápidas de la historia moderna. Si la estrategia hubiera recogido el clamor de los impacientes -por ejemplo, establecer el derecho constitucional a no ser pobre-, probablemente hoy habría más pobres y Chile habría crecido menos.

CAPÍTULO IV

LECCIONES DE LA HISTORIA

Todos los países hoy desarrollados enfrentaron el dilema actual de Chile. Qué y cómo hacer para crecer cuando la clase media ya es el principal grupo socioeconómico y la modernidad está extendida territorialmente. Ellos lo lograron en las más diversas condiciones. Sólo por mencionar a algunos, EE.UU., Gran Bretaña, Alemania y Francia lo hicieron a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Los países nórdicos lo abordaron durante la primera mitad del S. 20, a pesar de la Gran Depresión, las dos guerras mundiales y el comercio paralizado entre 1929 y 1945. Japón e Italia lo lograron en la post segunda guerra mundial. Corea del Sur en las décadas de 1980 y 1990, durante el advenimiento de la globalización. Si Chile logra dar el salto al desarrollo, lo habrá hecho durante la era de la Industria 4.0.

El punto de partida de esta nueva etapa es que la mayoría de la población se encuentra ya incorporada a la modernidad en empresas productivas formales o en empleos públicos, y tiene patrones de gastos de la clase media. La escasez de población implica que la productividad y la fuerza de trabajo son los factores claves para crecer. ¿Pero, cómo se hace? ¿Qué podemos aprender de los que nos antecedieron? Hay varios elementos comunes en los países que ya hicieron la travesía, más allá del momento histórico que les tocó, y que se discuten a continuación:

1.- Cooperación Estratégica

En los EE.UU. de comienzos del siglo XX se aprovechó la nueva homogeneidad y el tamaño de su mercado para masificar la producción y el consumo, en lo que se denominó el "fordismo"[23]. El fordismo es un prototipo productivo semejante a un reloj de arena. En la cintura de ese reloj hay una armaduría. Aguas arriba existe una red de proveedores de partes y piezas, y aguas abajo existe otra red de distribución y ventas. Y funciona en la medida que todas las empresas que participan cumplan en plazos y calidad. Si no llegan las manillas a tiempo, o llegan de mala calidad, no se puede vender el refrigerador, y todos pierden. Ese equilibrio es un ecosistema, y el proceso de punta a cabo es una cadena de valor. En las economías industrializadas se han desarrollado empresas, muchas de ellas Pymes, que participan a lo largo de toda la cadena de valor en procesos especializados. Es una división del trabajo que torna más eficientes los procesos productivos.

En la Emilia Romagna, la región más industrializada de Italia, durante las décadas de 1950 y 1960, muchos municipios eran gobernados por el Partido Comunista Italiano (PCI), el que había trabajado una imagen corporativa anticorrupción. Y fueron esos municipios los que jugaron un rol facilitador para el desarrollo de ecosistemas productivos vinculados a las manufacturas. Curiosamente, el PCI terminó siendo un actor más que relevante para la construcción del capitalismo italiano moderno, así como para la aparición de numerosas Pymes que se integraron con entusiasmo a las distintas cadenas de valor. De paso, el PCI se distanció progresivamente del comunismo soviético, y en los años 70 se integró al Eurocomunismo.

En otro plano, existe una mezcla de verdad y de mitología respecto del Miti de Japón. Lo que sí es claro es que esta institución tenía como contraparte las áreas de mayor progreso de esa economía. Uno de los muchos aciertos del Miti fue haber puesto de acuerdo a las grandes empresas electrónicas japonesas para que parte de la I+D+i la hicieran de manera conjunta, y compitieran en lo demás. En particular, existió una coordinación para achicar el tamaño de los bienes de hogar, la que dio origen al desarrollo de los microcomponentes japoneses que terminaron dominando el mercado mundial.

Como se señaló en otro capítulo, el gobierno de Nueva Zelanda jugó un papel protagónico para desarrollar un ecosistema ganadero-manufacturero, y hoy es una potencia mundial en carne y productos lácteos.

Pero, ¿qué tienen en común estas historias de Italia, Japón y Nueva Zelanda? Todas coinciden en la evolución hacia una mayor complejidad de las formas de producción, la que requiere la coordinación de largo plazo de empresas productivas diversas. Los ecosistemas, en la práctica, son equilibrios de cooperación estratégica. Las cadenas de valor no tienen espacios para depredadores ni para oportunistas. Pero esa cooperación estratégica no es fácil de lograr. Las empresas que participan son de sectores diferentes, y ninguna desea de manera natural asumir los riesgos del resto. Las cadenas de valor ya consolidadas son atractivas,

[23]Enciclopedia Británica: "El fordismo es una etapa específica de desarrollo económico en el siglo 20. Es un término ampliamente utilizado para describir (1) el sistema de producción en masa que en el siglo 20 fue iniciado por la Ford Motor Company o (2) la forma típica de crecimiento económico post segunda guerra y el vínculo con el orden político y social del capitalismo avanzado".

pero no es obvio cómo iniciarlas. Muchas veces ese inicio requiere de un facilitador, y en ese papel el Estado puede y debe ser un actor. En estas tres historias el Estado jugó un rol facilitador, y solo la neozelandesa tuvo, al inicio, subsidios públicos. En las otras dos no fue necesario.

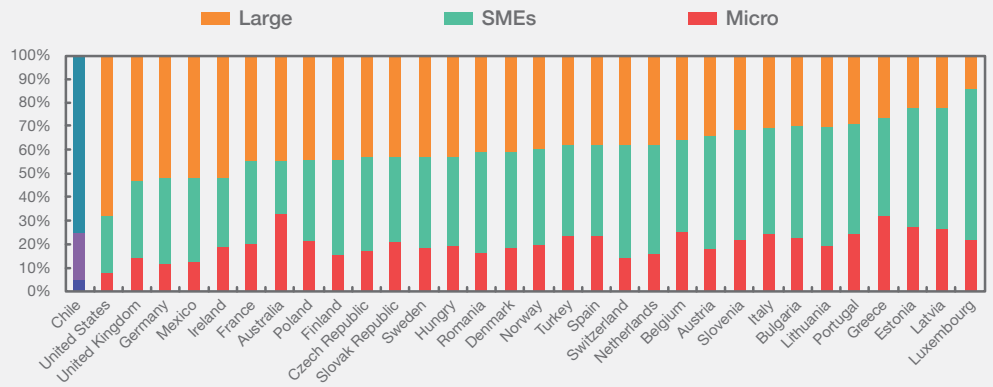
Ya se mencionó que una cosa son los ingredientes y otra cosa son los procesos. Como en el arte de cocinar bien. Pero en Chile no está instalada esa discusión. Pero todos los procesos por los que pasaron los países que nos antecedieron tienen un fuerte componente de cooperación estratégica. Y el marco analítico para comprender la cooperación es la "teoría de juegos".

La teoría de juegos ha progresado en las últimas décadas para comprender tanto por qué existe la cooperación como por qué los cuerpos que más y mejor evolucionan son los que cooperan entre sí (véase el recuadro B). El cuerpo humano es un ejemplo de cooperación entre células. Quizás los primeros seres vivos fueron organismos unicelulares, y algunos de ellos comenzaron a cooperar entre sí, formando el primer cuerpo. Las sociedades que viven en paz y progresan son otro ejemplo de cooperación, en este caso social y política. La teoría de juegos es de uso habitual para comprender estos fenómenos, y es empleada como un instrumento de análisis en las más diversas disciplinas. La razón es que lo natural es desconfiar, y la cooperación recíproca requiere construir confianzas. Cuando una persona entrega confianza, ¿cómo evita ser víctima de los depredadores y oportunistas? La teoría de juegos es el instrumento que se dedica a entender y analizar esos procesos. Y esto también ocurre en el ámbito productivo, donde los equilibrios de cooperación son más eficientes en el corto plazo, evolucionan más rápido, y llegan más arriba con los mismos recursos. Eso se llama productividad.

Pero Chile se saltó la etapa de cooperación estratégica. ¿Por qué Maersk cerró la fábrica de contenedores en Chile? ¿Qué falló? Falló el ecosistema. Las siderurgias no fabricaron el acero especial que se necesitaba. Los trabajadores pidieron condiciones laborales equivalentes a las de Dinamarca. El Estado, aparte del discurso, no hizo su tarea. En breve, nadie cooperó pero, a la vez, nadie es culpable. Es que nuestro país no ha trabajado la cooperación. Aún no está en nuestra cultura. Pero es algo que sí se puede y se debe trabajar. De paso, de haber resultado esa iniciativa todos estarían mejor que como están.

Aun así, hay algunos casos aleccionadores en Chile, aunque aislados. Por ejemplo, en los últimos años se ha iniciado un número importante de centrales hidroeléctricas de paso. Como la energía y la agricultura normalmente compiten por el uso del agua, no es natural que empresas de estos dos sectores se pongan de acuerdo en ese elemento. Pues bien, después de estudiar qué ocurría en algunos países europeos, la autoridad chilena promovió reuniones entre sociedades de regantes y empresas eléctricas para elaborar contratos beneficiosos para ambas partes. Es que el recelo inicial resulta natural y el proceso requiere de un facilitador confiable. La construcción de cooperación productiva recíproca en ese caso se debió al entusiasmo de un ministro, y no a una política de Estado. Las instituciones públicas en las economías desarrolladas entienden que forma parte de su papel el actuar como facilitador, ya que el mercado, por sí solo, rara vez es capaz de resolver las fallas de coordinación.

La figura X contiene la estructura de empresas por tamaño de acuerdo con el monto facturado. Chile, en otros colores, se destaca porque es la economía más concentrada en grandes empresas de la OCDE. Y por lejos. La causa es la ausencia de cadenas de valor modernas, con la ineficiencia y falta de especialización que implica aquello. "Es que las Pymes no son confiables porque son incumplidoras en sus compromisos de calidad y entrega", dirán algunas de las empresas grandes. "Es que las grandes empresas no son confiables porque abusan", dirán algunas de las Pymes. La desintegración vertical y la construcción de cadenas de valor no es un paso que Chile haya dado. Y ese paso no se podrá dar sin un rol activo del Estado en la construcción de confianzas para cooperar, y en la detección de cadenas de valor transnacionales en donde haya espacios para que empresas chilenas se acoplen. Y para ello debemos aprender de la experiencia de las economías que nos antecedieron en el camino al desarrollo.



Note: Business activities comprises ISIC 4.0 Div 5-90.
Source: Authors' analysis based on OECD (2017g), Structural and Demographic Business Statistics database, http://stats.oecd.org; and SII (2107), "SII statistics and studies", www.sii.cl/estadisticas.
Fuente: OECD & UN (2018). "Revisión de la política de transformación productiva de Chile: Adquiriendo los beneficios de las nuevas fronteras"

Quizás el único ecosistema productivo moderno que existe en Chile sea el de la exportación de frutas. Desde el desarrollo de almácigos al inicio, hasta el consumidor final en el exterior, incluyendo las innovaciones tecnológicas generadas en Chile y nuestra excelente protección fitosanitaria. Todos los participantes dependen del resto para que la temporada resulte bien. En la temporada de este año se produjo un paro de los trabajadores eventuales en el puerto de Valparaíso, que puso en riesgo parte de los embarques. La reacción de la cadena productiva fue relevante para que la empresa portuaria involucrada negociara más allá de su propio interés, sino que con el interés del ecosistema.

De paso, ese fue un paro depredador. La cooperación estratégica de los ecosistemas incluye la participación de las organizaciones laborales en la cooperación estratégica. De hecho, el ejemplo italiano que se comentó no podría entenderse sin la participación activa de los sindicatos. En muchas economías industrializadas hay facilidades para que las negociaciones colectivas sean simultáneas al interior de un ecosistema, y así evitar las paralizaciones depredadoras. Lo que en Chile se entiende como negociación por ramas no tiene nada que ver con esa lógica.

La crisis sanitaria de la industria del salmón demuestra que allí tampoco existía un ecosistema de cooperación estratégica.

En otro plano, hay ejemplos aleccionadores de cómo un ecosistema enfrenta coyunturas graves. La crisis financiera que estalló a partir de 2007 en las economías industrializadas es la más intensa y duradera desde la Gran Depresión. La General Motors Company, de EE.UU., se vio gravemente afectada. Se trata de un área de la manufactura sensible a la liquidez y al crédito, al igual que todos los sectores vinculados a la inversión y el consumo durable. En particular, es sensible a la colocación de efectos de comercio emitidos por la matriz de GMC[24], mercado que se paralizó en medio de la crisis. GMC le informó a la autoridad que no habría liquidez para pagar las remuneraciones ni para aportar financiamiento al resto del ecosistema. La reacción fue rápida: la Reserva Federal (FED) aceptó que los efectos de comercio de GMC sirvieran de colateral en las operaciones del mercado interbancario. La crisis fue capeada y a las pocas semanas la FED retiró esa cláusula. Como contraste, a comienzos de 1998, durante la crisis asiática, nuestra economía sufrió dos episodios de iliquidez, con alzas bruscas de las tasas de interés. La reacción de varias de las grandes cadenas de

[24]Los efectos de comercio ("commercial papers", en inglés) son bonos de muy corto plazo (días o semanas) que se transan en el mercado de capitales. Los bancos son los principales operadores de esos títulos.

comercio minorista fue cambiar unilateralmente el pago a sus proveedores de 30 a 90 días. Esa respuesta fue depredadora, propia de la ausencia de un ecosistema en ese rubro.

Con la Revolución de la Tecnología de la Información, o Tercera Revolución Industrial, las cadenas de valor y los ecosistemas productivos evolucionaron hacia incorporar más servicios, y se aceleraron procesos que venían desde antes.

Primero, la I+D+i se tornó aún más necesaria. Y ésta, una vez realizada, se transforma en un costo hundido, como la inversión. En ecosistemas productivos más grandes y cadenas de valor más largas encontró un mayor y mejor espacio para su aporte. Las economías desarrolladas perfeccionaron sus sistemas tributarios para hacerlos más amistosos con la I+D+i, la que desde antes ya se podía depreciar. Algo parecido a como se tratan los costos de la prospección minera en Chile.

Segundo, la Revolución de la Tecnología de la Información coincidió con la expansión de la globalización, y las cadenas de valor actuales traspasan las fronteras. Algunas empresas metalmecánicas chilenas se integraron a esas cadenas de valor y forman parte de ecosistemas transfronterizos. Eso muestra, por una parte, la potencialidad de nuestra industria manufacturera. Pero también la ausencia del Estado en promover esas prácticas. Son casos aislados. Algo parecido a lo que se señaló respecto de las centrales hidroeléctricas de paso.

Y tercero, se estrecharon los lazos entre el sector productivo y las universidades. El conocimiento aceleró su creciente importancia en la investigación e innovación para fines productivos. Esta es otra área donde la cooperación recíproca hizo evolucionar a las partes, especialmente a las universidades[25]. Los centros de transferencia tecnológica y las incubadoras de proyectos ya son parte habitual del paisaje académico. La imagen de "torres de marfil", dedicadas exclusivamente a la formación de profesionales y a la investigación para publicar, fue quedando atrás. El involucramiento de las universidades con su entorno pasó a ser parte de su estrategia evolutiva, y en muchos países se entendió que también debía haber una política de Estado al respecto. Suecia fue más allá, y por un tiempo esta evolución formó parte de la agenda del Primer Ministro, y no del ministerio de Educación. Así de importante.

Nuevamente, qué contraste con Chile, donde el financiamiento público destinado a la educación superior se concentra casi exclusivamente en la matrícula y la investigación para publicar. Ese esquema se inspiró en la experiencia de Israel de los años 70, y que ese país abandonó hace décadas. Las pocas universidades que han construido vínculos relevantes con el mundo productivo lo han hecho voluntariamente y con sus propios recursos. Mala cosa.

2.- Competitividad

Todos los países que dieron el salto al desarrollo a lo largo del siglo XX lo hicieron aumentando su competitividad internacional. La figura X exhibe las cifras para Italia, Japón y Corea del Sur en los veinte años de mayor dinamismo. Crecieron rápido, es cierto. Pero las exportaciones de bienes y servicios fueron todavía más dinámicas. Y la razón es obvia. Ese salto tiene como insumo principal el aumento de la productividad, el que también es el componente principal para elevar la competitividad. Además, las nuevas escalas de producción superaban el tamaño de los mercados, y las exportaciones se tornaron necesarias para viabilizarlas.

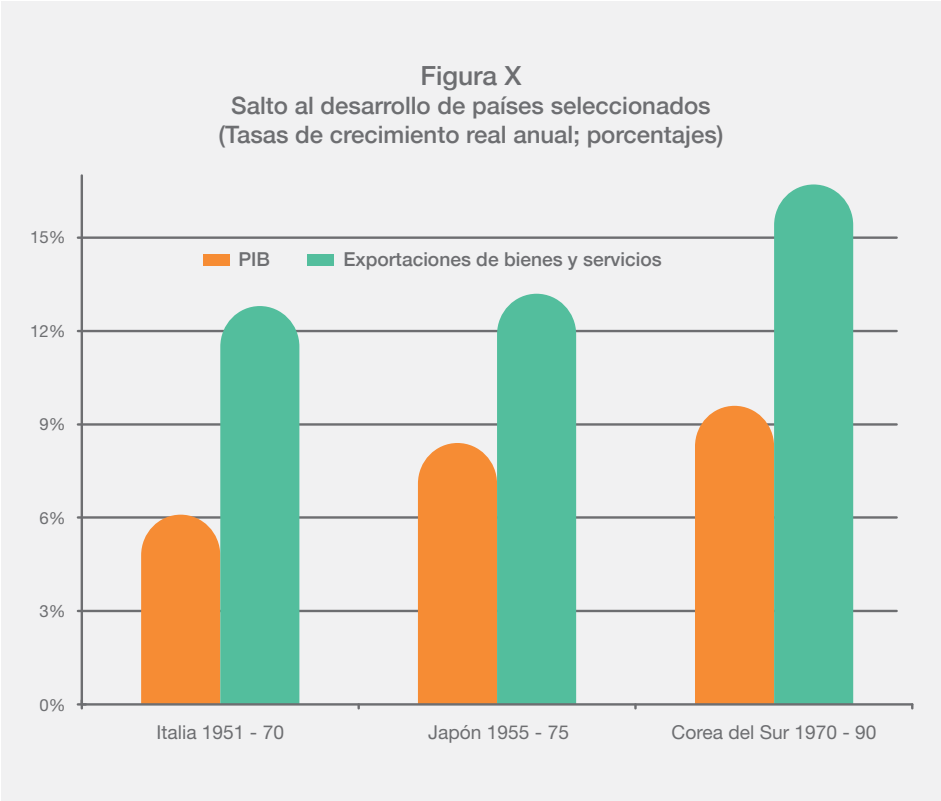
De paso, el aumento persistente de la competitividad aprecia el tipo de cambio real de equilibrio. Así, el

[25] "Nice Work" es una divertida novela del británico David Lodge publicada en 1988. Hoy está pasada de moda, pero en su momento fue ampliamente vendida, comentada y premiada. La trama consiste en que un empresario manufacturero algo anticuado y una académica pura intercambian sus trabajos por algunos días. En esa época casi no existían vínculos entre esos dos mundos, y resultaban divertidos los prejuicios y los malos entendidos que se generaban. La ausencia de vínculos entre la academia y la industria hace 30 años permitía el humor de lo absurdo. Hoy nadie entendería.

PIB de dólares constantes crece más rápido que el PIB en la moneda local constante, y se escala a mayor velocidad en el ranking de las economías más ricas.

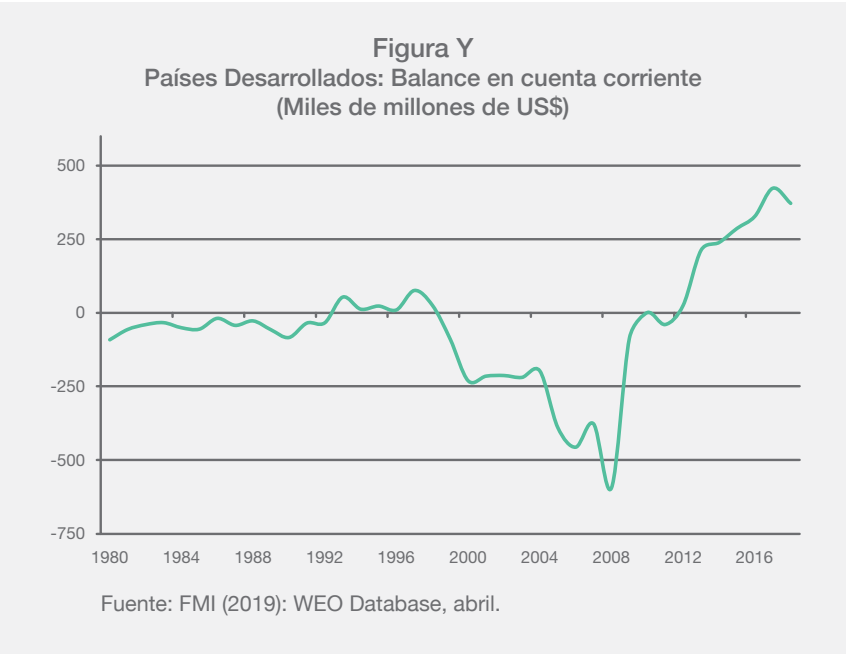
Chile deberá hacer lo mismo para dar el salto. Veníamos bien aspectados en ese frente, pero algo pasó. En efecto, en los 20 años previos a 2007 al PIB creció a un promedio de 5,9% y las exportaciones reales en 8.6%. Entre 2007 y 2018 el crecimiento se desaceleró a un 3,1% y las exportaciones a un mediocre 0,8% anual. ¿Por qué?

En parte se debe a una caída estructural del ahorro nacional, provocada por malas decisiones tributarias y por un mal manejo del ciclo del cobre[26]. La pérdida de competitividad también se asocia a que la productividad ha crecido más lento que en el resto del mundo. Pero el factor más importante es que la arena en la que se disputa la introducción de las nuevas tecnologías es la de la competitividad.

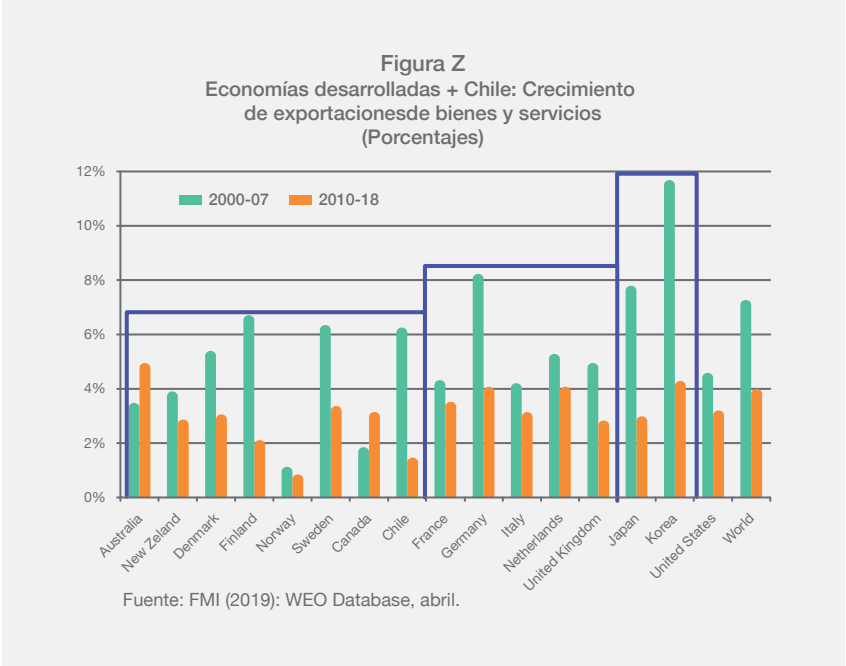


La figura Y muestra la evolución del saldo en la cuenta corriente de las economías desarrolladas. Es notorio el deterioro desde el año 2000 hasta la crisis financiera de 2008, el periodo de los "desbalances globales". Pero a partir de allí la balanza de pagos se sobre ajustó, con una variación superior a US$ 1 billón (US$ 1 "trillion", en inglés) y excedentes en cuenta corriente inéditos en la historia. Como el planeta tierra es una economía cerrada, la contrapartida es una pérdida equivalente de competitividad del resto del mundo en los últimos 10 años, Chile incluido.

[26]En 1990-2007 el ahorro nacional bruto representó, en promedio, un 23% del PIB. En 2017 y 2018 el ahorro fue de 19,5%, cifra que no se registraba en Chile en más de 30 años. Por otro lado, el ciclo de altos precios del cobre se extendió entre 2006 y 2014. El "precio de largo plazo" del cobre que se utiliza para efectos presupuestarios se triplicó desde US$ 0,99 / libra a US$ 3,04 / libra. En simple, no cumplió su rol de independizar la política fiscal de los ciclos del cobre.



Para ser precisos, no todas las economías desarrolladas están en la estrategia de mantener saldos elevados en su cuenta corriente, pero las que sí lo están han generado este comportamiento anómalo en el agregado[27]. El comercio, en tanto, se ha desacelerado. En 2000-2007 el volumen de exportaciones de bienes y servicios del planeta creció a un promedio de 7,3% anual. Desde 2010 crece a un 4% anual. En esas circunstancias, la mayoría de las economías industrializadas ha desacelerado sus exportaciones. Los casos más notorios son los de Corea del Sur y Japón. De las pocas que han acelerado sus exportaciones destacan Australia y Canadá, países ricos en recursos naturales. La figura Z muestra cómo cambió el crecimiento de las exportaciones de una muestra de países desarrollados entre la pre crisis de 2008 y la poscrisis. En el primer bloque están las economías ricas en recursos naturales donde se incluyó a Chile; en el segundo bloque están otras economías de Europa; en el tercero las de Asia, y finalmente EE.UU. y el total mundial.



[27]EE.UU. contribuyó reduciendo su déficit de cuenta corriente desde US$ 800 mil millones en 2006 a US$ 430 millones en 2018. EE.UU. normalmente no se preocupa de su balanza de pagos. El dólar de EE.UU. es la principal moneda de reserva, y los déficits externos de ese país proveen liquidez a los mercados internacionales. Esta particularidad de EE.UU., que se conoce como "el privilegio exorbitante", hace que sea el único país que no enfrenta crisis de balanza de pagos. Los mayores superávits del mundo en 2007 fueron los de China y Alemania. Hoy China fue desplazada al tercer lugar, después de Alemania (N° 1) y Japón (N° 2). En el ranking de los mayores déficits están EE.UU., el Reino Unido y Canadá, en ese orden.

Es en este contexto que Chile debe dar el salto al desarrollo. La prueba de fuego vinculada al aumento de la productividad es el crecimiento exportador. La ruta lógica a seguir es retomar el crecimiento acelerado de las exportaciones, esta vez incorporando nuestros recursos naturales a cadenas de valor chilenas de alta productividad. Esa es la prueba de fuego por delante. Esa es la arena en que nos tocará jugar.

3.- Planificación Estratégica

En enero de 2018 la OCDE publicó un "peer review"[28] sobre transformación productiva en Chile[29], destinado a evaluar fortalezas y debilidades. Está escrito en un lenguaje diplomático, para evitar herir susceptibilidades, especialmente en las debilidades. Le llamó la atención a nuestros pares que en Chile las políticas públicas no tengan planes estratégicos. Esto es, una discusión donde se evalúan escenarios de mediano plazo, y con una participación amplia de altos funcionarios públicos, empresarios, la sociedad civil y la academia. Incluso hacen un llamado a un "pacto renovado entre el Gobierno, las empresas, la academia y la sociedad". Esto, que es habitual en las economías desarrolladas, no se hace en Chile. Por el contrario, hoy en Chile se improvisa.

Pero no siempre ha sido así. El gran legado de Aguirre Cerda es la creación de la Corfo, una idea que ya estaba trabajada por un grupo de ingenieros e intelectuales visionarios del Ministerio de Obras Públicas, liderados por don Desiderio García. Las principales reformas del Gobierno de Frei Montalva también se trabajaron con tiempo, y estaban contenidas en el Primer Plan Decenal de Desarrollo Económico de la Corfo, de 1958. En 1973, cuando ocurrió el golpe militar, ya estaba listo "El Ladrillo", el trabajo que inició en 1969 un grupo de economistas formados en la Universidad de Chicago, y que constituyó la base de las reformas de Pinochet. En 1986 un grupo de partidos de la oposición de la época decide participar competitivamente en el plebiscito que iba a ocurrir en 1988 y, de prosperar esa estrategia, había que prepararse para gobernar. Cuando asume Aylwin, en 1990, ya se habían acumulado tres años de trabajo en centros de estudios, preparando los contenidos para una transición exitosa.

Este documento no toma posición respecto de si esos cambios fueron para bien o no. El punto es que la anticipación con que profesionales talentosos pensaron a Chile permitió desarrollar procesos que le cambiaron el rostro al país. Y esa forma de actuar es la que hay que sistematizar.

Por ejemplo, se avecina la fecha para que parta la descentralización regional. La propia ley establece plazos para que cada región planifique su futuro de antemano, algunos de los cuales ya están vencidos. Aparentemente, lo que importa es que se elegirán gobernadores regionales, pero no es claro para qué. En la Unión Europea hay recursos relevantes para el fortalecimiento de regiones y, dentro de los requisitos para postular, se requiere informes sobre la opinión de la autoridad, de la sociedad civil organizada, las culturas ancestrales y las universidades de la región. Es que la experiencia les ha enseñado que la descentralización es fuente de oportunidades y progreso sólo cuando está pensada y discutida con anticipación.

La discusión con participación amplia tiene todas las características de la teoría de juegos respecto de la cooperación recíproca. Por ejemplo, hace algunos años el Ministerio de Agricultura y la Conaf invitaron a un grupo heterogéneo de personas a discutir sobre política forestal. Además de funcionarios había representantes de las grandes empresas, de las medianas y pequeñas, y de microempresarios forestales; de los trabajadores del sector; de los pueblos originarios; de ONGs ambientalistas; de los ingenieros forestales; de sociedades científicas, y de la academia. Varios de los asistentes fueron sólo para no desairar al ministro, porque nada bueno podía salir de ese grupo. En las primeras reuniones se cortó el hielo cuando se percibió que las diferencias eran menores a las esperadas. Y al cabo de un año de trabajo publicaron, por la unanimidad de los miembros, el documento "Política Forestal 2015 – 2035". Notable. Una pena que los incendios forestales posteriores hayan cambiado el escenario. Pero el punto de fondo es que grupos de ese tipo son capaces de pensar el país más allá de la próxima elección presidencial. Este caso, de nuevo, respondió al entusiasmo de una autoridad particular y no a una política de Estado.

[28]Peer review: Informe de pares. Es decir una revisión del país realizada por autoridades de otros países miembros, y no por el staff de la OCDE.
[29]OECD/UN (2018), Production Transformation Policy Review of Chile: Reaping the Benefits of New Frontiers, OECD Development Pathways, OECD Publishing, Paris.

CAPÍTULO V

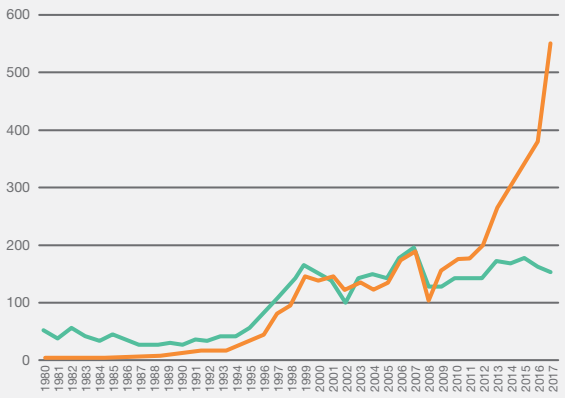
INDUSTRIA 4.0

1.- Un Cambio de Era

Ahora, cuando Chile debe dar el salto al desarrollo, están sucediendo cambios simultáneos en muchos frentes. No es fácil descifrar qué nos deparará el futuro, cómo se relacionan esos cambios, ni cómo afectarán a nuestro país. En esta introducción se intenta una aproximación a los procesos que implicará para Chile la Industria 4.0.

Las plataformas digitales se han transformado en los nuevos mega negocios. En la figura X se presenta la evolución del valor de mercado (market capitalization) de las compañías top 10 del mundo en 2017; como referente, la línea azul representa a las que eran top 10 en 1980. Las de 2017 más que quintuplicaron su valor de mercado en menos de 10 años, y han alcanzado valores inéditos en la historia. De esas 10, ocho son empresas ligadas a plataformas digitales. Dos de esas ocho son chinas y seis son de EE.UU.

Figura X
The Rise and Demise of the Largest Ten Companies



Source:IMF staff compilation.
Note: The chart shows developments in the market capitalization of the largest 10 compañies in 1980 and 2017. The largest in 1980 were: Exxon Mobil, General Electric, Coca-Cola, HP, IBM, Walt Diseny, Eastman Kodak, Ford, Intel, and du Pont. The largest in 2017 were: Apple, Alphabet, Microsoft, Amazon, Facebook, Tencent, Berkshire Hathaway, Alibaba, Johnson & Johnson and JP Morgan Chase.

FMI (2019): " Corporate Taxation in the global econimy", Policy Paper No, 19/007

Las plataformas digitales ofrecen servicios gratis, o de bajo costo, a cambio de recoger información de los usuarios. Las bases de datos de los usuarios, o "Big Data", permiten detectar redes de contactos y patrones de comportamiento que van conformando el perfil de cada usuario. La Big Data tiene varios usos importantes dentro de los cuales se destacan dos. Por una parte, la información de los perfiles retroalimenta la política de fidelización y crecimiento de la plataforma. Por otra, la información se comercializa para efectos de publicidad, investigación de mercados y análisis político, entre los usos más importantes. El actual nivel de la informática es insuficiente para aprovechar toda la información de la Big Data. Pero la investigación científica avanza rápido, y pronto se verá todo el potencial de esas gigantescas bases de datos. En sentido figurado, la Big Data aún está en obra gruesa.

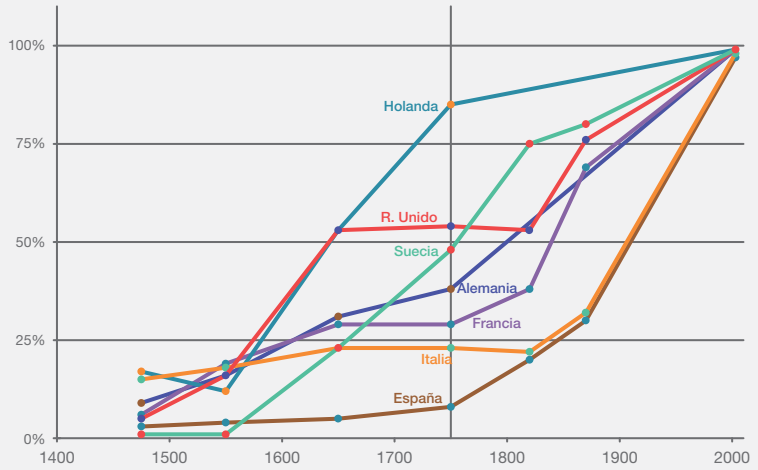
Pero los procesos sociales y políticos que ya se han desencadenado son enormes. Lo primero que llama la atención es la irrupción de las redes sociales. El transmitir y/o recibir información, más allá de las distancias, se ha vuelto fácil. La sociedad en todas partes se siente más empoderada para leer, opinar y vigilar. Incluso para mentir y creer en mentiras. La política, los negocios y las instituciones que concentraron el poder durante el siglo XX se sienten hoy más vulnerables frente a shocks de reputación. Como en la iglesia católica, la FIFA y la clase política brasileña. La exigencia por mayor transparencia se ha elevado significativamente, y la intolerancia frente a las malas prácticas también.

Quizás lo único parecido en la historia de la humanidad sea la cadena de eventos a partir de la invención de la imprenta, en 1440. En efecto, ésta

facilitó la red de comunicaciones entre los letrados. El caso más emblemático fue en 1517, con las 95 tesis de Martín Lutero. Se imprimieron copias en varios idiomas, y a los dos meses ya circulaban por toda Europa, algo nunca visto hasta entonces.

Aunque con la imprenta también se difundieron mentiras, pasquines y pornografía no fue eso lo que dejó como herencia. En la figura X se aprecia la evolución de la alfabetización en Europa. Hacia 1750, en torno a la Primera Revolución Industrial, la alfabetización crecía con fuerza en la Europa protestante. Francia se puso al día rápidamente después de la revolución. Fuera de Europa, en torno a 1870, la tasa de alfabetización en EE.UU. era de 80%, mientras en Japón era de 40%. Y fue en todos esos países donde los frentes de poder de la Edad Media terminaron ajustándose a las exigencias de sociedades más empoderadas y participativas, mientras el resto del mundo perdía presencia en la historia. Al final fue para mejor.

Figura X
Alfabetización en Europa 1475 - 2003
(Porcentaje de la población)



Fuente: www.ourworlddindata.org

¿Será también para mejor este ciclo que recién se inicia? Esa es una historia que sólo comienza a escribirse. Por ahora Amazon es la librería más grande del mundo; Airbnb es la mayor corredora de propiedades para arriendos; WhatsApp es una gigante de las comunicaciones, y Alibaba del retail. El Internet es cada vez más una plataforma de negocios. Quizás en un futuro no lejano habrá una financiera de escala mundial, sin sucursales, que utilizará la Big Data para evaluar el riesgo de crédito.

La Big Data fue protagonista en la última elección presidencial de EE.UU., cuando se detectó que desde Rusia hubo una campaña digital para desacreditar a la candidata Hillary Clinton. En la elección presidencial de 2017 en Chile ésta también fue protagónica para aumentar la participación electoral en el balotaje.

Las grandes economías del mundo están conscientes que estamos frente a un cambio mayor. Mientras EE.UU. y China se enfrascan en un conflicto de liderazgo y hegemonía, otras economías están desarrollando estrategias agresivas para no ser pasadas a llevar. Mientras en EE.UU. se habla de la Cuarta Revolución Industrial, en Europa y otros países se habla de evolucionar hacia la Industria 4.0, para no perder presencia en la historia, como le sucedió a España e Italia hace 500 años.

La industria 4.0 es un concepto evolucionista que "... forma parte de las grandes tendencias globales de la digitalización, cuya importancia va en aumento en el conjunto de los ámbitos de la vida y de la economía. Ya los términos «Internet de las Cosas» o «Internet de los Objetos» y «CPS»[30] apuntaban en esta dirección: se trata de establecer una vasta

[30]CPS: Cyber-Physical Systems.

red de interconexión entre todos los elementos del proceso de creación de valor. Desde las materias primas y los productos semielaborados hasta, pasando por el proceso de producción en sí mismo, las redes de clientes y los procesos logísticos y de prestación de servicios inherentes. Mediante la conversión analógica-digital de los datos, todos los actores intervinientes pueden beneficiarse, en cualquier momento y lugar, de toda la información disponible en esa cadena productiva. Sobre esta base, es posible optimizar los procesos de producción y distribución, al tiempo que se generan nuevos mercados y campos de negocio."[31]

El concepto de fondo es que la digitalización, en tanto favorece el trabajo en redes, permitirá ecosistemas más amplios, con cadenas de valor más largas y versátiles, para producir bienes y servicios más personalizados. Ese es el mundo en que Chile tiene la oportunidad de dar el salto definitivo al desarrollo. Pero, como se dijo, ese salto no es espontáneo. Nunca lo ha sido en los últimos cien años. Se requiere de un Estado presente y activo en el proceso, y que ejerza el liderazgo para conducir al país hacia un futuro mejor.

Todas las economías actualmente desarrolladas enfrentaron con éxito los procesos descritos en el capítulo anterior (el fin de un ciclo virtuoso), y construyeron o se integraron a cadenas de valor. El gran cambio cultural que debieron introducir fue transitar desde la desconfianza a la cooperación estratégica. De paso, todos los ecosistemas productivos tienen un componente industrial manufacturero. Incluso las vinculadas a alimentos frescos tienen componentes manufactureros ligados al frío, al transporte y a las comunicaciones. Con la Revolución de la Tecnología de la Información y con la Industria 4.0 se han añadido servicios a las cadenas de valor, y la manufactura ha perdido peso relativo. Aun así, la cooperación productiva requiere de manufacturas. Éstas, a su vez, prosperan y se desarrollan mejor en ambientes de cooperación.

2.-. Nadie Queda Atrás

En las economías que nos antecedieron, el período del salto al desarrollo fue el de la consolidación de la clase media. Esto forma parte del proceso por varias razones. En primer lugar, con la escasez de población se inicia la retirada de la discriminación social, propia de la etapa anterior. Pero también, casi todos los ingredientes del crecimiento acelerado se vinculan al aumento de la productividad y de los salarios reales. Y más aún cuando aumenta la dotación del capital humano, como la educación y la especialización del trabajo. Es el momento en que mejora la distribución del ingreso. La social democracia europea advirtió esto temprano, y se transformó en una izquierda proactiva del crecimiento, como un medio necesario para alcanzar una sociedad más igualitaria.

Pero también existen los dolores del crecimiento. El lado B. Es que no todos los sectores y oficios avanzan a la misma velocidad. Si la productividad de una empresa crece más lento que los salarios reales ésta languidece hasta cerrar. Si la competitividad del sector se queda detrás del tipo de cambio de equilibrio pasa lo mismo. Si una innovación desplaza formas productivas previas, también. Se trata de la "creación destructiva" de Schumpete[32].

¿Hay que reaccionar frente a esos dolores del crecimiento? ¿No hay nada que hacer con los taxis con el ingreso de Uber y Cabify? ¿O los agricultores debieron comerse las vacas a fines de los años 70? ¿O simplemente había que inundar a los pehuenches del alto Biobío? Hay buenas razones para pensar que en democracia eso no se debe hacer. Y no es casualidad que todos los países desarrollados sean democracias consolidadas. ¿Por qué?

Es cierto que cuando hay progreso los beneficios son mayores que los costos. Eso se llama eficiencia pura y simple. Pero si en el proceso hay ganadores y perdedores no es claro que sea para mejor. Claramente para los perdedores ese progreso no resulta mejor. Y si, además, los perdedores son capaces de motivar un apoyo mayoritario, el progreso se torna cuesta arriba para la política. Si la administración de una empresa informa un proceso de modernización, los trabajadores probablemente se pondrán nerviosos. Cuando se anunció, en los años 90, que se avanzaría hacia la jornada escolar completa el Colegio de Profesores inició un paro. Todos estos casos son meros ejemplos de respuestas defensivas de perdedores potenciales, y que tienen el poder de ralentizar

[31]Schroeder, Wolfgang (2017): www. http://fes-madrid.org/media/2017_FESpublicaciones/FES_Industria_4.0.pdf.
[32]Schumpeter, Joseph A. (1942): Capitalism, Socialism, and Democracy, Harper & Brothers.

el progreso. La búsqueda de la eficiencia pura y simple genera anticuerpos sociales frente a lo que la opinión pública llama neoliberalismo. Y una estrategia encaminada a retomar el crecimiento de la economía y de la competitividad debe hacerse cargo de ello.

Cuando se tomó la decisión de cerrar la Empresa Nacional del Carbón, Enacar, ésta recibía un subsidio superior al valor de la planilla de salarios. Junto con el cierre se iniciaron dos programas, uno de reconversión productiva de Lota y sus alrededores, y otro de reinserción laboral para los mineros jóvenes, y de pensión anticipada para los mayores. Sin experiencias previas al respecto, los dos programas tuvieron fallas; pero sin ellos el cierre habría sido imposible.

Otro caso es el del aumento del IVA que consideró la reforma tributaria de 1990, el que iba aparejado con un mayor subsidio único familiar, SUF, que existía entonces. El compromiso formal fue que ningún pobre iba a quedar peor con esa mezcla, lo que se cumplió. La introducción de ChileCompra tornó redundante a la Dirección de Aprovisionamiento del Estado, DAE. El cierre de ésta se anunció junto con la reinserción de los funcionarios en el SII. La modernización del Servicio Nacional de Aduanas, en 1995, partió con movilizaciones de los funcionarios. Pero el clima de conflicto cambió después del compromiso que ninguno de ellos quedaría peor. Más tarde, esa modernización se extendió al resto del sector público, en lo que se conoció como la Ley ANEF. Estos son sólo unos pocos ejemplos de cómo la preocupación por los potenciales perdedores viabilizó políticamente esos cambios.

Si Chile da el salto al desarrollo, en términos netos aumentará la demanda por trabajo, mejorarán las remuneraciones y se consolidará una clase media más próspera. Pero en el contexto de la Industria 4.0, habrá empresas y trabajadores que quedarán desplazados. Y esas empresas y esos trabajadores deben ser tratados con dignidad. Por eso, forma parte de la estrategia que el Estado aborde la reconversión productiva de esas empresas, y la capacitación y reinserción laboral de esos trabajadores. En particular, debería evaluarse el sustituir las actuales indemnizaciones por despido por un subsidio de desempleo generoso, financiado con aportes de las empresas y del Estado. Nuestra clase media todavía es precaria, y el desempleo puede hacerlos retornar a la pobreza. Es especialmente preocupante la situación de los trabajadores con menos capital humano, que son los más vulnerables en los procesos de modernización, los perdedores frente a la inmigración de personas sin calificación, y la principal base electoral de los gobiernos nacionalistas elegidos en otras latitudes.

RECUADRO A: El modelo de Lewis

La intuición del modelo de Lewis -y de la literatura posterior- es simple y, a la vez, apasionante. En la etapa temprana del desarrollo el polo productivo capitalista es pequeño y geográficamente concentrado. En este polo moderno la inversión es rentable, y la productividad marginal del trabajo es igual al salario. El resto de la economía -el sector tradicional- es atrasado y sobrepoblado, y la productividad marginal del trabajo es inicialmente nula33. La sobre población rural genera migración hacia las ciudades donde se ubica el polo moderno. Surge, así, un sector informal urbano que genera ingresos en actividades de libre entrada (mercados persas, cuidadores de autos, y así). El equilibrio del trabajo en sectores de libre entrada es el ingreso medio. Con exceso de población la productividad marginal es nula3435. El ingreso medio del sector informal determina el salario de entrada al sector moderno36.

En la ausencia de políticas sociales adecuadas, la pujanza y prosperidad del polo moderno coexiste con la miseria del resto[37].

[33]China es un ejemplo de lo anterior. El polo moderno se concentra en la zona centro-sur, mientras el hinterland se mantiene atrasado y sobrepoblado.

[34]Un puesto adicional en una feria persa donde todos ofrecen más o menos lo mismo no eleva las ventas totales, sino que se reparten entre más puestos. En un sector saturado de cuidadores de autos el monto total de propinas no se altera si entra o sale marginalmente un cuidador.

[35]En China la migración es muy limitada porque existe un empadronamiento de la población ("hukou"), la que recibe bienes públicos sólo en su lugar de residencia. En Brasil no existe el hukou, y más de 20 millones de brasileños viven en favelas urbanas.

[36]Hay diversos enfoques, no necesariamente contradictorios entre sí. El salario de entrada puede ser mayor al ingreso medio del sector informal si se requiere estar desocupado para entrar al sector moderno (Harris, J. R., & Todaro, M. P. (1970). "Migration, unemployment and development: a two-sector analysis. The American economic review", 60(1), 126-142). Existiría, en ese caso, una tasa de desocupación de equilibrio. También puede ser mayor para motivar al trabajo moderno a no volver a la informalidad (salario de eficiencia).

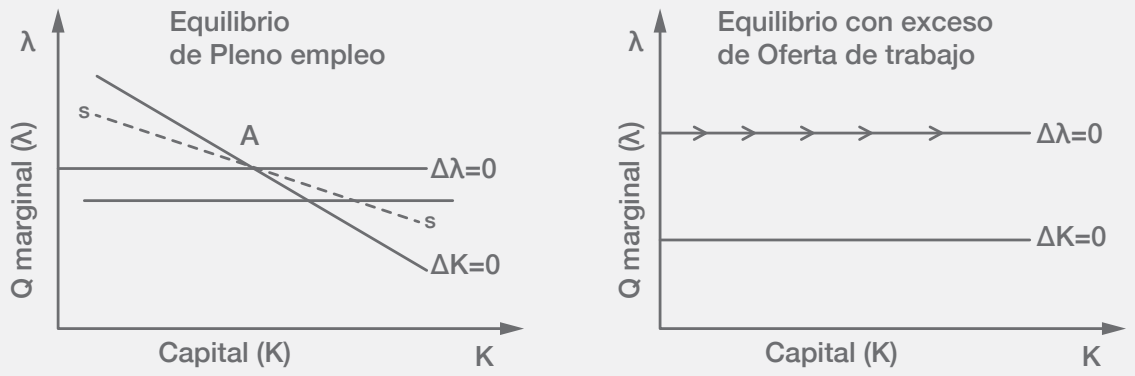
[37]Ese fue el caso de Europa occidental en el siglo XIX. La migración de europeos al resto del mundo (Chile incluido) durante el siglo XIX se explica en parte importante por la miseria y las hambrunas.

El crecimiento de la economía se explica por la expansión del polo moderno, el que está asociado al aumento del capital productivo. La productividad del conjunto de la economía, en tanto, aumenta por dos vías. Primero, porque se eleva la ponderación del sector moderno, que es más productivo que el sector tradicional. Segundo, porque la mayor ocupación en el sector moderno se nutre desde el sector informal, y cada nuevo trabajador contratado aumenta su productividad desde cero al nivel del salario.

Esta etapa inicial culmina cuando la productividad marginal del trabajo en la ruralidad y en el sector informal urbano deja de ser nula, en lo que se conoce como "el punto de quiebre de Lewis" (Lewis turning point). En esta etapa intermedia el crecimiento se desacelera ya que las nuevas contrataciones afectan negativamente la actividad del sector tradicional. La etapa intermedia es de transición, y culmina cuando la productividad marginal del trabajo se iguala en todos los sectores. Ese momento es el umbral del desarrollo pleno.

Desde una perspectiva más formal, el equilibrio neoclásico de pleno empleo exhibe un diagrama de fases como el de la izquierda de la figura A.1, basado en la Teoría Q de la inversión. En ese caso el crecimiento sólo se asocia al aumento de la fuerza de trabajo y de la productividad. El equilibrio del sector moderno de una economía con excedente de fuerza de trabajo y salarios constantes, en cambio, se exhibe a la derecha de la figura A.1, con una tasa de crecimiento constante asociada exclusivamente a la expansión del capital.

Figura A.1



La diferencia entre ambos equilibrios tiene implicancias importantes para el diseño de políticas. Pero, por sobre todo, para entender el crecimiento. Si el capital y el PIB de tendencia se mueven pari-passu cuando hay exceso de oferta de trabajo, entonces esa relación es medible. En particular, si δ es la tasa de depreciación, y $\hat{Y}t$ e It representan el PIB tendencial y la inversión bruta fija del año t, entonces

$$\hat{Y}t = \hat{Y}0\,(1-\delta)^{t} + \beta \sum_{k=0}^{t} I_k\,(1-\delta)^{t-k}$$

Se trata de una expresión estándar, donde el parámetro "β" representa la relación incremental capital - producto, o Icor por su sigla en inglés.

Más allá del modelo teórico, se ha observado en las economías del sudeste asiático que el turning point

de Lewis coincide con el inicio de la modernización del hinterland.

RECUADRO B: Teoría de Juegos

Robert Axelrod escribió el libro de cabecera de la "democracia de los acuerdos"[38]. Allí analiza el conocido "dilema del prisionero" (DP). Es el caso particular más conocido del "equilibrio de Nash", llamado así en honor del matemático y Premio Nobel de economía John Nash, y cuya vida inspiró la película "Una mente brillante". El equilibrio estable del DP es la no cooperación. El equilibrio con cooperación es mejor para todos, pero es inestable. La cooperación sólo es posible cuando el juego se repite indefinidamente, hasta un horizonte incierto. Pero no existe una estrategia óptima para lograr ese equilibrio. Axelrod nota que la cooperación es frecuente en la naturaleza, la política, la sociedad y múltiples otros ámbitos. También nota que el DP es materia de estudio en economía, ciencias políticas, biología, zoología y sociología, entre otras. Como no existe una estrategia óptima, invitó a hacer experimentos prácticos a diversos profesionales, todos ellos especialistas en teoría de juegos y cooperación. El resultado impresiona. En primer lugar, las mejores estrategias resultaron ser siempre las que lograban construir cooperación con el resto. Las estrategias que quedaron al final fueron las estrategias depredadoras (no cooperadoras). Al inicio de los experimentos esas estrategias ganaban explotando a las más ingenuas, pero una vez que éstas se extinguían, los depredadores pasaban a los últimos lugares. Las ganadoras, en cambio, castigaban a las estrategias depredadoras y premiaban a las cooperadoras, evitando ser explotadas. Si algún depredador cambiaba su comportamiento, recibía el castigo, seguido de "perdón y olvido". Nunca perdón y olvido sin arrepentimiento y castigo. Interesantes conclusiones, provenientes de experimentos matemáticos.

El DP ha sido la base para decisiones institucionales relevantes. Por ejemplo, a la sociedad no le conviene que los maleantes cooperen entre sí para delinquir (asociaciones ilícitas). El DP demuestra que la delación compensada es un buen antídoto contra las asociaciones ilícitas. Así se desenmascaró el caso Odebrecht en varios países de la Región, especialmente Brasil. También se desmantelaron las malas prácticas de la FIFA, aunque nos duela que Jadue se pasee libre por Miami. Esa es también la atribución de la FNE para combatir la colusión. Pero también el DP ha sido útil para aprender a estimular cooperaciones útiles. En Chile, a pesar de las diferencias profundas con que se inició la transición, se logró reconstruir una gobernabilidad de cooperación con las enseñanzas de Axelrod. El caso chileno fue estudiado por el equipo de Nelson Mandela, que aplicó estrategias similares para reconciliar a Sudáfrica post apartheid. Para efectos de este documento, hay políticas públicas relevantes para facilitar la cooperación productiva, como ocurrió en las economías que nos antecedieron en el salto al desarrollo.

El DP se refiere a la interacción entre dos o más participantes que actúan simultáneamente, sin saber exactamente qué hará el resto. La teoría de juegos ofrece situaciones donde la interacción entre los participantes es secuencial (Juegos de Stackelberg), con aplicaciones de interés para esta reflexión. Por ejemplo, dos participantes intentan ponerse de acuerdo si cooperarán o no entre sí, pero el participante A debe actuar primero. El participante B actúa sabiendo lo que hizo el otro, cada uno con una matriz de pagos igual a la del DP. Lo peor que le puede pasar a A es cooperar y que B lo explote. Por eso desconfía y no coopera, y en seguida B tampoco. El ejemplo más común se refiere a las promesas de un candidato que va segundo en las encuestas. Él puede hacer promesas populares que no le gustan, pero que reflejan un sentimiento mayoritario en su circunscripción. Probablemente es una promesa honesta porque sus opciones son ganar o perder la elección. Pero después que gana sus opciones cambian: cumplir su promesa o hacerle caso a su conciencia y oponerse. El votante inteligente, mientras tanto, sabe que el candidato no cumplirá. Y no porque sea deshonesto, sino porque el triunfo electoral cambia las condiciones de la decisión. El comportamiento del candidato se llama inconsistencia temporal, y describe al agente que optimiza constantemente sus decisiones (el oportunista). Nuevamente, es posible lograr un equilibrio de cooperación cuando la interacción entre los agentes se da durante un horizonte indefinido. Finn Kydland y Edward C. Prescott aplicaron estos conceptos a la economía y ambos fueron galardonados con el Nobel[39]. Su estudio es la base de la autonomía de los Bancos Centrales y de las reglas fiscales, porque los gobiernos tienden

[38]Axelrod, Robert (1984), The Evolution of Cooperation, Basic Books.
[39]Kydland, F., and E. Prescott, 1977: "Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans". Journal of Political Economy Vol. 85, No. 3 (473–492).

a ser oportunistas. En juegos repetitivos los que logran relaciones de cooperación recíproca son los que cumplen sus compromisos contra viento y marea. Si las condiciones cambian gravemente es posible renegociar los compromisos, pero esa renegociación no puede ser en beneficio del que juega segundo. De lo contrario, éste pierde su credibilidad y su reputación frente a sus socios cooperadores.

Por último, la teoría de juegos también trata acerca de acciones colectivas. Por ejemplo, por qué en una sociedad cada grupo de interés puja para que se le beneficie en el corto plazo, pero si se beneficia a todos la economía entra en crisis. Todos estarían mejor con una solución más consistente, pero ningún grupo deja de pujar[40]. Para efectos de esta reflexión interesa por qué un grupo termina actuando distinto a cómo lo haría cada individuo por separado. Ese es el caso, por ejemplo, de un conductor detenido por la congestión en una carretera, muy molesto porque otro vehículo lo adelantó por la berma. Después pasa otro y otro, aumentando de a poco la densidad vehicular de la berma. El conductor calcula que su tiempo de espera será mayor mientras más vehículos lo adelanten. Tarde o temprano evalúa si se mete o no a la berma, a pesar de que es inapropiado. Mientras tanto, la berma se convierte en una pista más -la única que avanza- hasta que la aglomeración finalmente la detiene. ¿Por qué los que adelantaron por la berma lo hicieron de a poco? ¿Por qué al final hubo una invasión masiva de la berma? La explicación lógica es que las personas tienen valoraciones diferentes respecto del conflicto de decisiones en juego: ¿Mi interés o el interés colectivo? La teoría señala que en estos casos un comportamiento inicialmente de pocos puede acelerarse lentamente, hasta que llega a un punto llamado "masa crítica", donde la muchedumbre se agolpa hacia acciones que inicialmente no haría. La dinámica de comportamiento es como la curva logística de la figura B.1.

Ejemplos prácticos, buenos y malos, hay muchos. En el plebiscito de 1988 la estrategia del "No" apuntó a que las personas se inscribieran en el registro electoral. Al principio pocos lo hicieron, pero se alcanzó la masa crítica y la inscripción finalmente fue masiva. Nunca, en la historia de Chile, ha habido una elección con una votación tan elevada.

Figura B.1

Curva logística

La intuición detrás de este razonamiento tiene varias implicancias prácticas. Por ejemplo, es fácil completar un relato que comienza con "un empresario honesto y cumplidor se molesta porque su competencia lo adelanta con malas prácticas (por la berma...)". Es que las malas prácticas, si no se detienen oportunamente, se generalizan. La OCDE recomienda que los estímulos de política económica, si existen, deban revisarse integralmente cada cuatro años para despejar las prácticas elusivas y rentistas, que deslegitiman la política. Es como desmalezar. O como un bonsái, que debe ser podado regularmente para que no se desordene. ¿Habrá sido ese el caso del FUT?

En todos los casos mencionados los grandes enemigos de la cooperación son la desconfianza, el oportunismo, los depredadores y los rentistas. Pero los equilibrios de cooperación son más eficientes en el corto plazo, evolucionan más rápido, y llegan más arriba con los mismos recursos. Eso se llama productividad. Y un Estado proactivo puede ser un facilitador de esos procesos en el sector privado.

[40]Marwell, G. y P. Oliver (1993): The critical mass in collective action. Cambridge University Press.

CAPÍTULO VI

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RI 4.0

1.- Introducción

Chile juega limpio en los mercados internacionales. Forma parte de nuestra inserción internacional suscribir tratados comerciales bilaterales y multilaterales que tienden a fortalecer la estabilidad de las reglas del juego por parte de nuestras contrapartes. Pero eso no impide tener una política industrial activa, como ocurre en todas las economías desarrolladas.

Estados Unidos, por ejemplo, es el país con el mayor gasto en defensa del mundo. En realidad, en términos absolutos, gasta más que la suma de los siete países que le siguen en el ranking mundial. Y de ese gasto han surgido innovaciones que constituyen, como lo registró magistralmente Mariana Mazzucato, la base del iPhone[41]. De hecho, las empresas más tecnológicas de ese país son visitadas regularmente para mostrar las innovaciones que han surgido por iniciativa del Estado, especialmente en defensa y salud, las que pueden utilizarse sin el pago de patentes en ese país.

En Canadá, el Consejo para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (STIC, por su sigla en inglés) es un ente integrado mayoritariamente por científicos que hace las veces de "la consultora" en innovación para todas las políticas y programas del Estado. En Alemania existe la KFW, el banco de desarrollo de ese país, que el año 2017 tenía colocaciones de fomento productivo superiores a los 80 mil millones de euros. Ya se mencionó al Miti de Japón y al KDI de Corea del Sur. Y así se podría seguir.

Chile tampoco debería tener pudor en contar también con una política industrial explícita pro crecimiento, pro exportaciones y pro mercado. En este documento se ha reiterado la necesidad de que la agenda surja de instancias participativas, donde se incluyan autoridades, empresarios, universidades, y la sociedad, como ocurre en el mundo desarrollado. Sería un contrasentido que aquí se propusiera una agenda e instrumentos específicos. Pero, sin perjuicio de lo señalado, se abordan algunos temas para la reflexión. En particular, se sugieren ámbitos a desarrollar en Chile inspirados en la experiencia internacional reciente. Y también, en una sección separada, se aporta un barrido de instrumentos, políticas e instituciones de un subconjunto de las economías más avanzadas.

2.- Elementos para una Agenda Industria 4.0 en Chile

Hasta ahora existen 11 expertos en teoría de juegos que han obtenido el Premio Nobel de Economía, la mayoría de ellos en temas vinculados a la regulación de mercados. Y lo han recibido por haber resuelto muchos casos particulares de la mayor relevancia, pero sin una teoría general que los aglutine. En las ciencias políticas ocurre lo mismo. Han incorporado fuertemente ese instrumental y se ha avanzado una enormidad debido a la suma de casos particulares resueltos, pero sin una teoría general. Pero lo que sí se sabe es que la cooperación se desarrolla mejor bajo ciertas condiciones.

La primera es que exista un horizonte indefinido para la cooperación recíproca. En eso se parece a la confianza, que dura mientras las partes actúan con lealtad. Nadie propone que exista confianza por, por ejemplo, dos años, y después se acabe. También, la cooperación requiere que todos los participantes se beneficien. No hay espacios para los San Francisco de Asís ("lo doy todo a cambio de nada"), para los depredadores ("lo quiero todo a cambio de nada"), ni para los oportunistas ("me comprometí y no cumplí, es cierto, pero cambiaron las condiciones"). La evolución de la cooperación, en tanto, parte de a poco hasta que, pasado cierto umbral o masa crítica, se masifica. Así lo hicieron los que nos antecedieron, y así debe hacerlo nuestro país.

Es en ese contexto, y a modo de recapitulación, que se desprenden elementos relevantes para una política de Estado que desate las fuerzas productivas. Que ayude a crear un ambiente donde la cooperación productiva fructifique. Que sea proactiva en la identificación de juegos de suma positiva. Que tenga una visión cosmopolita del país.

a) Planificación estratégica: El instrumento que por excelencia se utiliza en las economías desarrolladas es la planificación estratégica. Por años fue un instrumento del sector privado para lograr una gestión estratégica. Pero a mediados de los años 80 EE.UU. comenzó a introducir esta práctica en el sistema federal, y algunos estados

[41] Mazzucato, M. (2011): The Entrepreneurial State, Demos, Londres.

la emplearon para la elaboración de planes regionales. Hoy es una herramienta de uso habitual en el sector público de las economías desarrolladas. Incluso, en Nueva Zelanda existe la obligación que cada departamento del aparato del Estado diseñe un nuevo plan cada cuatro años. La idea de fondo es transitar desde una gestión intuitiva a una estratégica. Que las instituciones, las empresas, las regiones y las políticas públicas sean capaces de pensarse a sí mismas con una perspectiva de mediano y largo plazo, para guiar las acciones de hoy.

A nuestro juicio corresponde crear la institución del Estado que evalúe escenarios de mediano plazo, que asesore a todas las instituciones del Estado en planificación estratégica y que recomiende cursos de acción de mediano y largo plazo al Presidente de la República. La ley que cree esa institución deberá establecer las instituciones públicas que deberán realizar un plan estratégico cada 4 años, con participación de la comunidad científica, académica, empresarial y de la sociedad civil. Los gobiernos regionales deberían estar entre ellos, así como el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, la Comisión Nacional de Medio Ambiente, y los servicios especializados en educación preescolar, básica, media y superior.

La planificación estratégica tiene tres atributos adicionales. Primero, cada plan estratégico tiene como sucesor un nuevo plan estratégico, generando una cadena de horizonte indefinido. Ese horizonte indefinido es un requisito indispensable para estimular la cooperación. Segundo, un plan estratégico no es realizado por un jefe de servicio en su escritorio, sino que participa toda la colectividad. Esa característica le da más estabilidad ya que torna más complejo que el siguiente jefe de servicio deseche el plan. Y tercero, es un instrumento de gestión estratégica, el hermano pobre de los intelectuales y de la clase política.

b) Universidades: La academia constituye un actor central de esta etapa, y ello debe quedar reflejado en una política de Estado al más alto nivel. Las actuales prioridades para los recursos que aporta el Estado son la formación de profesionales y la investigación para publicar. A esas prioridades debe añadirse la inserción de las universidades en la comunidad en que se desenvuelven, con especial énfasis en un vínculo con las empresas productivas en todos los niveles vinculados a la I+D+i.

c) Banca de desarrollo: Tanto el sistema financiero como el mercado de capitales son actividades reguladas. De todos los aspectos de esa regulación, el más importante es proteger los derechos de propiedad de los ahorrantes. Esto es, la propiedad de los depositantes en el caso de los bancos, de los afiliados en el de los fondos de pensiones, de los asegurados, de los tenedores de instrumentos de oferta pública y de cuotas de fondos mutuos, y así. Para ello, existen premios regulatorios para las colocaciones de menor riesgo, y castigos regulatorios para las más riesgosas. En la práctica esto se traduce en una suerte de "impuesto regulatorio" que encarece el financiamiento de las Pymes, de los "startups" y de los innovadores, entre otros. Pero, por otro lado, el Estado puede devolver ese impuesto regulatorio cuando existe un interés público de promover ciertos financiamientos. Es el caso, por ejemplo, del Fogape y del CAE, donde el Estado asegura parte del capital. También debería ser el caso el caso de una política industrial activa, la que debe justificarse en fallas del mercado. En particular, el mercado, por sí solo, rara vez es capaz de resolver las fallas de coordinación para detectar y aprovechar eventuales juegos de suma positiva. Este es un aspecto central del rol del Estado en las economías industrializadas. En la actualidad no existe una institucionalidad de ese tipo en Chile. Quizás una Corfo significativamente más potente que la actual, con más atribuciones y recursos, mejores remuneraciones y mejor gobernanza que la actual podría acercarse en algo al MITI de Japón, el KDI de Corea del Sur, o la KFW de Alemania.

3.- Revisión de las Políticas Públicas Aplicadas por los Países Desarrollados

A continuación se proporcionará un conjunto de algunas de las políticas públicas aplicadas por PD[42]. Al final hay un cuadro con los órdenes de magnitud de los recursos públicos destinados a las empresas para que se inserten en la RI 4.0

3.1.- Planteamiento explícito: El Estado tiene que desempeñar un rol activo, vía recursos públicos,

[42]En el Anexo A se proporciona una revisión más extensa de las políticas a nivel de varios Países Desarrollados: Alemania, Estados Unidos, Italia, Reino Unido.

y como articulador del "capitalismo cooperativo" (Alemania) para la implementación de la "industria digitalizada".

Como lo señalamos al inicio de este estudio, el Gobierno inglés dice explícitamente que el Estado tiene una responsabilidad que va más allá de promover la competencia. (i) El Estado puede efectuar inversiones de largo plazo que no puede ejecutar ningún otro agente económico. (ii) El Estado moderno es el mecanismo más potente para coordinar y compartir los riesgos.

Esto se complementa con el hecho de que las empresas privadas son reticentes para efectuar las cuantiosas inversiones requeridas para la implementación de la RI 4.0 por cuanto no es posible anticipar los beneficios económicos de la inversión en la tecnología digital. Además, el período de generación de incrementos de la productividad y maximización de ganancias no es instantáneo ni a corto plazo; puede demorar 3 a 5 años, o más.

Adicionalmente hay fallas del mercado de capitales para financiar la inversión en las nuevas Tecnologías 4.0. En general, hay una visión cortoplacista condicionada por el mercado de acciones para generar resultados inmediatos. En breve, "el mercado es miope".

La Tecnología 4.0 tiene componentes privados y públicos. Eso lo entienden los Gobiernos de los países desarrollados, por esto intervienen con recursos públicos para facilitar la incorporación de la Tecnología 4.0 por parte de las empresas privadas. Aún más, los Gobiernos de los PD trabajan conjuntamente con las empresas privadas para construir un consenso y articular una visión de largo plazo.

El Estado también desempeña un importante rol resolviendo fallas del mercado asociadas a problemas de coordinación. Las nuevas Tecnologías 4.0 constituyen un sistema complejo. Las empresas no pueden optimizar la incorporación de la Tecnología 4.0 actuando aisladamente. Ya nos referimos a la "coopetencia" – cooperación y competencia – en que una empresa no puede invertir por sí sola en la infraestructura informática que requiere la implementación de la Tecnología 4.0. Se requiere la acción coordinada del Estado con las empresas para la inserción en la RI 4.0.

Algo similar sucede con los desafíos tipo "huevo y gallina". Hay veces que los resultados de la introducción de la tecnología moderna dependen de otros agentes. Los mercados son malos para coordinar a agentes diversos: cuando se requiere que éstos actúen simultáneamente y sinérgicamente el Estado puede desempeñar un rol en este caso.

3.2.- No aplicar una política de escoger sectores ganadores ("picking the winners") por la vía de la focalización de subsidios en sectores específicos seleccionados por burócratas gubernamentales. La lógica de la política (alemana) está orientada a utilizar instrumentos y subsidios intra-industriales focalizados en programas de training colaborativos, la coordinación de cadenas complejas de abastecimientos, difusión de las mejores prácticas productivas del sector y la identificación y eliminación de cuellos de botella que bloquean la innovación.

Los incentivos públicos deberían estar orientados a actividades y no a sectores. Los incentivos deberían ser sólo proporcionados a "nuevas actividades" relacionadas con tecnologías que no hay en el país, como por ejemplo, a aquellos sectores en los cuales hay una infraestructura adecuada con el potencial para posibilitar la innovación.

Para estas iniciativas debe haber: (i) Criterios de éxito y falla de la iniciativa. (ii) Cláusulas transitorias ("sunset") de reducción (y eliminación) intertemporal de los incentivos.

3.3.- Creación de un Ecosistema: Nueva Zelanda, un país de menos de 5 millones de habitantes, es una potencia mundial en la industria de lácteos y de carne de vacuno. El desarrollo de esas industrias fue promovido y financiado de manera persistente y por largos años por el Estado. La idea detrás de ese esfuerzo fue que se debía crear un ecosistema (frigoríficos, mataderos, puertos, carreteras, certificación, biotecnología, etc.) y que el mercado, por sí solo, no era capaz de resolver las fallas de coordinación que eso implica.

En Alemania se ha creado un ecosistema entre

asociaciones gremiales, sindicatos y académicos prácticamente a nivel de casi todas las ramas industriales para que éstas desarrollen las aptitudes requeridas para adquirir un nivel de competitividad internacional. El objetivo de la creación de este ecosistema intra-industrial es la generación de confianzas recíprocas, la colaboración entre empresas y los agentes económicos y estimular el aprendizaje mutuo. Hay una larga tradición alemana de cooperación entre empresarios, trabajadores e Institutos de I&D, lo cual ha producido numerosas innovaciones en diversas industrias.

En Italia se establece un Cluster Tecnológico de Empresas Inteligentes que ha centralizado los diversos y dispersos agentes de la manufactura. Se ha concentrado en crear una "Comunidad Manufacturera" con una visión de largo plazo para el sector. Para este efecto se elabora un "road map" ("hoja de ruta") sobre el rol de la manufactura en Italia y en la Unión Europea. Dispone de € 45 millones, que espera sean complementados por el sector privado para construir una estrategia basada en la investigación y la innovación, que guíe la transformación del sector manufacturero hacia la producción de nuevos bienes, servicios, procesos y tecnologías.

En EE.UU. el MIT-PIE[43] plantea reconstruir el Ecosistema Industrial con nuevas capabilidades al que todas las empresas (de distinto tipo) puedan acceder para adquirir nuevas ideas sobre cómo posicionar sus productos en el mercado. Se sugiere que lo relevante son las interdependencias entre actividades complementarias y no actividades de clusters muy especializados. Esto puede ocurrir en un rango amplio de ramas industriales y no sólo en las TIC o en las industrias avanzadas.

El Ecosistema Industrial tiene que generar bienes públicos, semi públicos y bienes club[44]. Eso es lo que genera los mayores beneficios para las empresas. Ej. Sematech, consorcio de firmas manufactureras de semiconductores y equipos que se inicia en 1987 financiado por el Gobierno de EE.UU. y por las empresas del sector; hoy es financiado sólo por las empresas. El consorcio cumple las funciones de coordinación, concordar objetivos, difusión del conocimiento tecnológico, compartir y minimizar riesgos ante la implementación de las nuevas innovaciones tecnológicas.

Para constituir el ecosistema en EE.UU. (Presidente Obama) se planifica la creación de 15 institutos para conectar la investigación (Centros I&D y Universidades) a las empresas productivas. Además, para reentrenamiento y mejoramiento de las habilidades de la fuerza de trabajo industrial; programa "learning while earning". En estos objetivos el Gobierno destinó US$500M a US$1.000M anuales por 4 años.

En Italia también se crean Fondos Estructurales para la instauración de una Red Nacional de Centros Sofisticados. Estos centros deberían cumplir distintos roles: diseminar el conocimiento de la Tecnología 4.0; apoyar la transferencia de las Tecnologías 4.0 a las empresas; apoyar a empresas "start up" focalizadas en la innovación. Para ser miembro de esta Red Nacional de Centros Sofisticados hay un proceso de selección vía concursos públicos.

3.4.- Capacitación de Capital Humano: Capacitación de trabajadores, pasantías para jóvenes, reentrenamiento de trabajadores, etc. Dado que vamos a un mundo digital, toda la sociedad se tiene que digitalizar. Además, para entender y operar la Industria 4.0 es un prerrequisito que todos los trabajadores estén digitalizados. La digitalización es el equivalente del siglo XXI a la alfabetización de los siglos XIX y XX; implica aumentar el potencial de cada persona y de toda la sociedad.

Hay quejas de empresarios sobre la dificultad para encontrar personas con un conocimiento técnico de las TIC; desarrolladores de software, analistas de Big Data, profesionales dedicados a la ciber-seguridad. Por otra parte, la mayoría de los "buenos empleos" del futuro van requerir habilidades digitales de nivel medio o superior. Gran parte de la fuerza laboral actual no está vinculada al know how digital. Esto implica que la actual "brecha digital" va a incrementar en el futuro la brecha distributiva. ¿Quién se hace cargo de los que se quedan fuera del mundo digital?

En otras palabras, hay dos prioridades distintas en esta área (Brookings, 2017): (a) Las empresas, organizaciones gremiales, escuelas, universidades y Gobierno tienen que expandir la cantidad y

[43]Programa de la Universidad MIT, Production in the Innovation Economy (PIE).
[44]Bienes club son aquellos en que hay mayor colaboración y coordinación de las empresas entre sí, con sus proveedores y con las comunidades (CNP, 2017).

las habilidades digitales de los analistas TIC especializados. (b) El Gobierno, autoridades regionales y las empresas se tienen que preocupar de alfabetizar digitalmente especialmente a los grupos más vulnerables de la sociedad.
En Italia se ha planteado que las escuelas, los centros de formación técnica y las universidades debieran incorporar en su currículo las nuevas competencias digitales requeridas por la Revolución Industrial 4.0. Esto va a requerir introducir metodologías de enseñanza basadas en experiencia práctica. Por su parte, las empresas van a tener que capacitar y entrenar a sus trabajadores para que utilicen y dominen las tecnologías digitales. Para estos programas y cursos de capacitación y calificación el Estado (italiano) proporciona créditos tributarios de hasta un 40% del costo; hay incentivos máximos de €300.000/año.

3.5.- Medidas y Políticas Específicas para la Adopción de la Tecnología 4.0[45]:

a) Depreciación acelerada: para la inversión en tecnologías, equipos y maquinarias vinculadas a la RI 4.0. Esta depreciación acelerada también se hace extensiva a la inversión en activos intangibles, como software y sistema TI. En Italia, las tasas de depreciación utilizadas para este propósito superan el 100%.
b) Subsidio a la tasa de interés de los créditos bancarios solicitados para la compra de la Tecnología 4.0.
c) Crédito tributario para el aumento adicional del 50% de la Investigación y Desarrollo para generar innovaciones en el producto y en los procesos; tiene un tope de € 20M por empresa beneficiada.
d) Reducción del impuesto corporativo para el ingreso generado por las patentes. Esta reducción puede ser el 50% o más. En el caso de Irlanda, dicho impuesto es cero.
e) Subsidios tributarios para la capacitación del personal de la empresa, para poder insertarse en la RI 4.0. Estos subsidios alcanzan al 40% del costo de la capacitación.
f) Fondo de Garantía Estatal para las Pymes hasta un 80% del monto del crédito. Hay un límite de € 2.5M por empresa beneficiada.
g) Fondos Estatales para la inversión en "áreas estratégicas", como tecnología 5G e Inteligencia Artificial.

3.6.- Fondos Públicos y Privados destinados a Iniciativas vinculadas a la Industria 4.0:

Esta no es una información que esté disponible explícitamente, por cuanto hay recursos asignados en los planes específicos de diversos países; por lo tanto están registrados de manera separada para cada iniciativa o programa en cada país. Adicionalmente, a nivel centralizado la UE (Unión Europea) proporciona recursos importantes para la digitalización de la industria europea.

Los montos estimados de inversión para la digitalización de la industria europea para el período 2016-2020 son (Buhr & Stehnken, 2018):
a) Centros de Control de la Innovación Digital: €5B (Gobiernos países) y €500M (UE)
b) Alianza Público/Privada: €4B (UE)
c) Políticas Nacionales para la Estrategia de Digitalización: €15B (Gobiernos países)
d) El Sector Privado Europeo invierte para estas 3 Iniciativas: €17B
e) Infraestructura para la Nube Europea: €2B (UE) y €4.7B (Sector Público/Sector Privado)

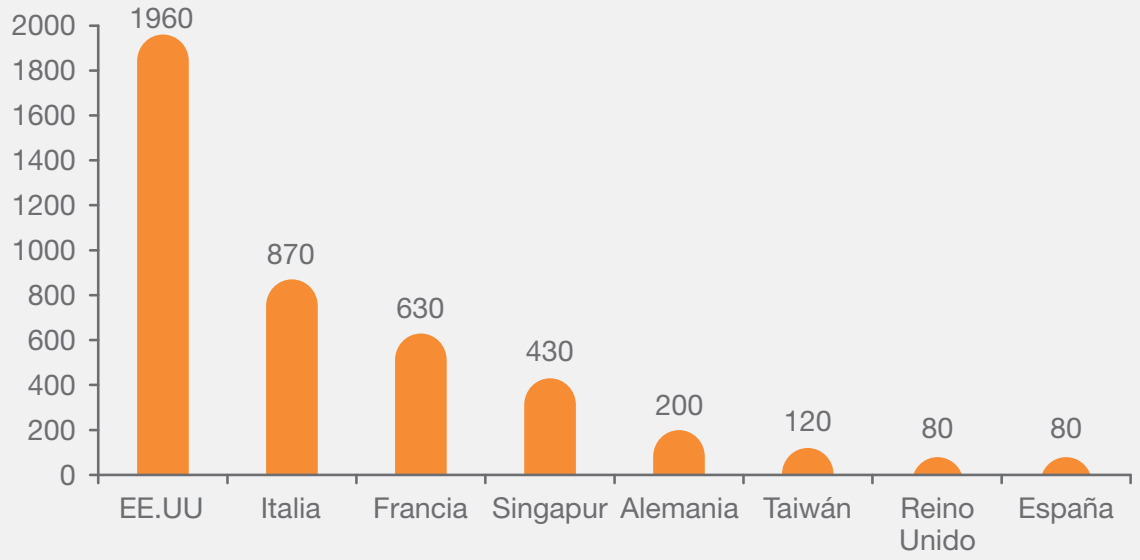
En resumen, los países europeos están invirtiendo €50B para el período 2016-2020; esto implica alrededor de €10.000M por año para digitalizar la industria europea. Casi el 50% de este monto es financiado por el sector privado.

Otro tipo de evidencia estima que el sector industrial manufacturero invierte en promedio cerca del 3.5% de las ventas anuales en la Industria 4.0. Un desglose de este promedio muestra que un 40% de las empresas invierte entre el 2% y 3% de las ventas anuales; un 25% invierte entre 0% y 1% de las ventas anuales; un 22% invierte entre el 4% y 6% de las ventas anuales. El resto invierte más del 7%. (PWC Industry 4.0, 2014).

En un artículo reciente se ha investigado este tema para tener órdenes de magnitud a nivel agregado de un conjunto de países desarrollados; ver Liao et. al. (2017). El gráfico siguiente proporciona la información en cuestión para 8 países desarrollados. Hay gran varianza en las cifras, pero lo que queda claro es que el Estado se ha involucrado con recursos importantes para que las empresas de cada país se inserten en la Industria 4.0.

[45]Ver National Plan Impresa 4.0, Ministerio de Desarrollo Económico de Italia.

Gráfico 1: Fondos Públicos destinados a iniciativas vinculadas a la Industria 4.0 (Monto anual - Millones de Euros)



Fuente: Liao et al. (2017)

Veamos dos casos específicos: El Gobierno de Singapur ha comprometido US$2.376 millones para investigación, innovación y emprendimiento destinados a su programa "Manufactura Avanzada e Ingeniería" en su Plan RIE 2020 para el período 2016-2020. El Gobierno de Italia ha comprometido inversiones por US$2.912 millones para su "Piano Nazionale Industria 4.0" para el período 2017-2020.

En resumen, reiterando, podemos observar que el sector público y el sector privado de los países desarrollados están invirtiendo montos importantes para digitalizar su sector industrial.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

1.- Chile tiene que insertarse en la Revolución Industria 4.0. No hacerlo es equivalente a lo que habría pasado si el país no se hubiera conectado a Internet. Supongamos que eso hubiera sucedido, no sólo habríamos vuelto al año 1990, sino que, además, ¿cómo funcionarían las empresas sin internet? ¿Serían capaces de competir con las empresas del mundo que sí lo utilizan? No habría iPhones, no habría transacciones financieras por la vía digital, no habría comercio digital, no habría WhatsApp, no habría YouTube ni podríamos ver las series de Netflix, etc.

En los países que se incorporen a la Revolución Industria 4.0 sus empresas serán las más competitivas y desplazarán en todos los mercados a las que no lo hagan.

La incorporación a la Revolución Industria 4.0 generará las siguientes oportunidades (UNIDO, 2018): (a) Beneficios económicos generados por menores costos de transacción y menores costos de transporte. (b) Procesos productivos más confiables y consistentes y bienes de mejor calidad. (c) Un desplazamiento productivo hacia un consumo masivo personalizado con un rol creciente para las Pymes. (d) Potenciamiento de la innovación a través de muchas aplicaciones con un gran impacto sobre el crecimiento. (e) Sistemas productivos más eficientes desde los puntos de vista energéticos y ecológicamente sustentables.

2.- Imitando los objetivos de varios países desarrollados habría que plantearse que Chile fuera líder en la transición hacia la economía digital. Esto implica: (a) Que la población sea digitalmente alfabeta. (b) Asegurar que todos los ciudadanos tengan acceso a la conexión de banda ancha de alta velocidad. (c) Que el Estado esté totalmente digitalizado, i.e., todos los servicios públicos en la red; la modernización del Estado, Gobierno digital.

Complementando lo anterior y puesto que la TI (Tecnología de la Información) se considera la principal fuente para la generación de innovación[46], deberíamos imitar las Estrategias TI de varios países desarrollados: (a) Japón y Suecia: Una red TI inteligente extendida para toda la sociedad, particularmente en las zonas rurales. (b) Corea de Sur: Desarrollo Estratégico de la TI a través de: (i) Infraestructura de comunicaciones inalámbrica extendida. (ii) "Sociedad ubicua TI", que permitirá a todos utilizar computadores y celulares en todas partes todo el tiempo.

3.- "No basta con observar la economía que tenemos. Tenemos que prepararnos para la economía que queremos ser". Pero respecto al futuro, hay una incertidumbre fundamental: no existen las probabilidades ni estimadores subjetivos que se le pueden asignar a eventos únicos y no repetibles. Esto implica que no existe un futuro que haya que descubrir. El futuro no sólo no es conocido, sino que no existe. En realidad, el futuro es creado, no descubierto. Entonces, cada agente es vulnerable y depende de las decisiones de otros en que cada uno está tomando decisiones independientemente. Si hay una acción colectiva conjunta, esto puede reducir el nivel de vulnerabilidad respecto al futuro. (Schmid, 2004).

Dado lo anterior, los países desarrollados han comprobado que su estrategia competitiva para el futuro requiere un enfoque coherente que coordine diversas políticas vinculadas a la investigación científica, la tecnología, inversión en infraestructura informática, políticas regulatorias, educación y capacitación.

4.- Financiamiento: Los países tienen que preocuparse de los costos del ajuste vinculados a la inserción en la Industria 4.0. Los Gobiernos de los países tienen que facilitar y apoyar a las firmas existentes y nuevas en su inserción en la RI 4.0. Los países europeos están invirtiendo alrededor de €10.000M por año para digitalizar la industria europea. Casi el 50% de este monto es financiado por el sector privado, y el resto por el sector público. Hay que analizar y definir lo que Chile hace al respecto.

5.- Comisión Especial que elabore una Hoja de Ruta para la inserción de Chile en la Cuarta Revolución Industrial. Hay experiencias exitosas en Chile en la elaboración de Hojas de Ruta (HdR); HdR para la "matriz energética", la minería del cobre y escenarios hídricos.

La etapa inicial para producir una hoja de ruta consiste en concordar una visión de futuro y especificar los objetivos de la industria para un

[46]En la Unión Europea la TI ha incentivado el 50% de las innovaciones de productos y el 75% de las innovaciones en los procesos (Atkinson & Ezel, 2012).

período de 10 a 20 años. Esta visión de futuro debe ser compartida y generada por el sector público, sector privado, sociedad civil, trabajadores, sector académico.

La hipótesis implícita en una HdR es que el futuro puede ser construido, lo que se contrapone a una actitud pasiva para la cual el futuro simplemente ocurre. Esto ayuda a establecer un marco de referencia para coordinar las actividades de I+D entre el sector público, las empresas productivas, y la academia científica. Esto permite una asignación más eficiente de los recursos de I+D. Además, refleja el entendimiento de que la incorporación de la Tecnología 4.0 y la innovación constituyen un fenómeno sistémico que ocurre en un ecosistema en el que los actores pueden enfrentar diversos problemas de acción colectiva

La experiencia chilena muestra que una Hoja de Ruta puede cumplir diversos roles; entre estos:
-Permite y posibilita la interacción entre los sectores privado y público para detectar cuellos de botella y oportunidades existentes en problemas de presentes y futuros de incorporación de la Tecnología 4.0
-La interacción de los sectores privado y público a través de la HdR permite la generación de conocimiento que ayuda a reducir, aunque no eliminar, la incertidumbre futura.
-Puede desempeñar una labor importante para generar innovación e inducir un avance cooperativo en actividades de I&D. Para este efecto, la hoja de ruta articula los elementos necesarios para focalizar y priorizar las necesidades tecnológicas futuras.
El ejercicio de formulación de una hoja de ruta ya tiene un gran valor en sí mismo, al lograr reunir a los representantes de los sectores público y privado, sociedad civil, trabajadores y sector académico para que debatan y determinen conjuntamente los desafíos y oportunidades, forjando relaciones colaborativas basadas en el diálogo y el entendimiento.

Referencias Bibliográficas

Agnieszka Radziwon, et. al. (2014), "The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions"

Alexandra Holmes (2012), "Metallurgy in the Industrial Revolution"

Andrew Dooner (2017), Canadian manufacturing: in a global context

Antonella Petrillo, Fabio De Felice, Raffaele Cioffi and Federico Zomparelli (2018), Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities

Arthur Lewis (1954), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour", The Manchester School, May

Bela Balassa (1979), "A "Stages" Approach to Comparative Advantage"

BID (2014), ¿Cómo repensar el desarrollo productivo?: Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica

Boston Consulting Group (2017), Embracing Industry 4.0 – and Rediscovering Growth

Boston Consulting Group (2017), When Lean Meets Industry 4.0

Brad DeLong (2001), "A Historical Perspective on the New Economy", Google

Buhr & Stenken (2018), "Digitising European Industry"

Carr & Westley (2012), "A History of Clothing Manufacturing in Britain"; BRITISH Manufacturing

Celal Alpay Havle & Çağlar Üçler (2018), Enablers for Industry 4.0

Charles Moller (2016), The Fourth Industrial Revolution: how "Industry 4.0" becomes
Smart Production –

Christian Stensrud (2016), Industrial policy in the United States

David de Ferranti, G. Perry, D. Lederman, W.E. Maloney (2002), From Natural Resources to the Knowledge Economy : Trade and Job Quality, World Bank

Daniel Lederman & William Maloney (2012), Does What You Export Matter? In Search of Empirical Guidance for Industrial Policies, World Bank

Dani Rodrik (2011), "'The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy", World Trade Review, Vol. 10

Deloitte (2016), The Fourth Industrial Revolution is Here: Are you Ready?

Digital Transformation Monitor(2017), Italy: Fabbrica Intelligente

Fabrizio Baldassarre, Francesca Ricciardi & Raffaele Campo (2017), The advent of industry 4.0 in manufacturing industry: literature review and growth opportunities

Flavio Tonelli, et. al. (2016), "A Novel Methodology for Manufacturing Firms Value Modeling and Mapping to Improve Operational Performance in the Industry 4.0 Era"

INDUSTRY-ALL (2017), The Challenge of Industry 4.0

James P.Womack, D. T.Jones, & D. Roos (2007), The Machine that Changed the World

Joel Mokir (1999), The Second Industrial Revolution, 1870-1914, eIn Valerio Castronovo, ed., Storia dell'economia Mondiale. Rome: Laterza publishing, 1999, pp. 219-245.

Kirsten Liere-Netheler (2017), Analysis of Adoption Processes in Industry 4.0

Klaus Schwab (2016), The Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum

KPGM(2016), The Factory of the Future

Matt Newton (2018), A strategic guide to digital transformation in industrial manufacturing

Matteo Lucchese, et. al. (2016), Industrial policy and technology in Italy

McKinsey (2016), Danish Manufacturing — Winning in the next decade –

McKinsey (2012), Manufacturing the Future

Michael Ettlinger & Kate Gordon (2011), "The Importance and Promise of American Manufacturing. Why It Matters if We Make It in America and Where We Stand Today"

Mike Hobday (2000), "East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics"

National Economic Council (2016), Revitalizing American Manufacturing The Obama Administration's Progress in Establishing a Foundation for Manufacturing Leadership

Nicholas Negroponte (1995), Being Digital

New Zealand Manufacturing Sector: Its Dynamics and Competitiveness (2014)

OECD(2017), Enabling the next Production Revolution: a Summary of Main Messages and Policy –

Patricio Meller y Pablo Parodi (2017), Del Programa de Proveedores a laInnovación Abierta en Minería, CIEPLAN

Patricio Meller & Pablo Parodi (2016), La Importancia de la Capabilidad Tecnológica en un Mundo Global, CIEPLAN

Patricio Meller & Joaquín Gana (2015), El Cobre Chileno como Plataforma de Innovación Tecnológica, CIEPLAN

PWC(2017), Industry 4.0 –Opportunities and Challenges of the Industrial Internet

Raymond Vernon (1966), "International Investment and International Trade in the Product Cycle", The Quarterly Journal of Economics, Vol. 80

SCOOP-I(2017), Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0

Susan Helper, T. Krueger & H. Wial (2012), "Why Does Manufacturing Matter? Which Manufacturing Matters?" Brookings Institution.

Susan Helper, et. al. (2018), Who Profits from Industry 4.0? Theory and Evidence from the Automotive Industry"

The Economist (2018), The automation readiness index: Who is ready for the coming wave of automation?

United Kingdom Government (2017), xIndustrial Strategy. Building a Britain fit for the future

Vaclav Smils(2005), Creating the Twentieth century: Technical Innovations of 1867-1914 and their Lasting Impact, Oxford University Press

Wolfgang Schroeder (2016), Germany's Industry 4.0 strategy Rhine capitalism in the age of digitalization

World Bank (2018), Trouble in the Making? The Future of Manufacturing-Led Development

World Economic Forum (2018), Report Readiness for the Future of Production, WEF

World Economic Forum(2019)-- Fourth Industrial Revolution: Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing

Yongxin Liao, et. al. (2017), "The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison"

ANEXOS

ANEXO A

Políticas Públicas para Enfrentar la Revolución Industrial 4.0

La política industrial latinoamericana del Siglo XX post Gran Depresión consistía en el uso del proteccionismo al sector manufacturero como el instrumento principal para promover el desarrollo económico. Pero ahora, en el Siglo XXI se considera requisito indispensable que los países emergentes tengan su economía abierta e integrada al mundo global; en otras palabras, la vinculación con la economía mundial es una condición necesaria (pero no suficiente) para incrementar la productividad y el crecimiento.

Se han sugerido políticas horizontales y verticales para la implementación de la Política Industrial para el siglo XXI. Estas políticas están orientadas a corregir fallas de mercado; éstas incluyen fallas de coordinación, información asimétrica, generación de bienes públicos como la I+D y compartir los riesgos asociados a actividades de innovación. A este respecto es relevante analizar las políticas industriales utilizadas por Finlandia, Irlanda, Dinamarca y Corea del Sur.

El BID (2014) sugiere un enfoque amplio que podría adaptarse para el set de políticas públicas para implementar la Revolución Tecnológica Industrial 4.0. En primer lugar están las políticas horizontales para: (a) La producción de bienes públicos tales como: garantizar el respeto al derecho de propiedad, mejorar la calidad de la educación, proporcionar la infraestructura adecuada, racionalizar los permisos requeridos para desarrollar la actividad productiva. (b) Intervenciones horizontales para fallas de mercado: subsidio a la capacitación laboral, subsidios a la inversión en maquinaria, subsidios a la Pyme, subsidios a la I+D (investigación y desarrollo).

En segundo lugar están las políticas verticales para: (a) La producción de bienes públicos verticales como los controles fitosanitarios, la promoción del turismo, la creación de carreras técnicas y universitarias específicas. (b) Intervenciones verticales de mercado para apoyar a sectores con ventajas comparativas latentes, fallas de coordinación en algunos sectores productivos, por ejemplo, promoción de un sector turístico específico (construcción de aeropuerto o caminos), subsidios a "nuevas exportaciones nacientes" (siempre que no violen disposiciones de la OMC).

En tercer lugar, la industria nacional tiene que conectarse con el proceso productivo de los recursos naturales; éstos constituyen las ventajas comparativas estáticas de Chile. Hay ciertos desafíos tecnológicos que está enfrentando la producción de los RR.NN. chilenos que está afectando su nivel de competitividad. Esto involucra, además, aumentar el potencial regional en capital humano; hay que generar capabilidades tecnológicas a nivel local. Esto aumentará las ventajas competitivas regionales, lo cual implicará incremento de posibilidades para atraer inversión extranjera. ¿Qué tipo de "joint ventures" con empresas extranjeras son las más convenientes para la industria local?

El Report WEF (2018) plantea que los países tienen que tomar decisiones respecto de la incorporación de la Industria 4.0, insertando ésta dentro de su estrategia económica nacional. No hay una receta única para todos los países; hay múltiples combinaciones de expansión de los sectores productivos: industria, agricultura, servicios y recursos naturales. En consecuencia, se requiere el input de todos los "stakeholders" (agentes económicos asociados) para lograr una transformación productiva exitosa. Esto implica una colaboración pública-privada; i.e., Gobierno, empresas, trabajadores, academia, opinión pública, comunidades.

Revisaremos a continuación planteamientos sobre estrategias nacionales para revitalizar la industria (o "reindustrialización") en los principales países desarrollados.

Alemania[47]. El concepto "Industria 4.0" fue introducido por Alemania (2011). La canciller Angela Merkel lo fundamentó de la siguiente manera: "Tenemos que dominar rápidamente la fusión del Internet con la producción industrial para evitar que las actuales grandes empresas digitales (EE.UU.) tomen el control de la manufactura". Para Alemania la industria (manufacturera) es fundamental; como lo describe el ministro

[47]Esta sub-sección está basada en Schroeder (2016), Liere-Netheler (2016), Helper, et.al.(2012)

Schroeder "es la manufactura, estúpido". Luego, hay una decisión política de posicionar a la "industria digitalizada" alemana como el referente mundial.

Existe el precedente de que las grandes empresas TIC norteamericanas han incursionado exitosamente en el sector del "retail" mayorista. A nivel local (Chile) hay gran temor entre las grandes cadenas comerciales por la posible instalación de Amazon en Santiago. Si en el futuro la digitalización (la automatización y robotización) se difunde a la producción industrial, ¿qué va a evitar que suceda algo similar a lo del "retail"?

Para la implementación de la "industria digitalizada" alemana el Estado desempeña un rol muy activo, no sólo vía recursos públicos, sino como articulador del "capitalismo cooperativo". El éxito en el pasado de la industria alemana no ha sido accidental; la política pública ha desempeñado un rol fundamental. Hay cuatro componentes a destacar:

(a) La formación de un gran sistema orientado a la I+D que incluye empresas, universidades, centros de investigación público-privado (Institutos Fraunhofer; una red de 57 institutos con 15.000 personas y un presupuesto anual de €1.400M en el año 2009), centros de I+D de corporaciones (empresas), programas de training, sindicatos. Hay una larga tradición alemana de cooperación entre empresarios, trabajadores e Institutos de I+D, lo cual ha producido numerosas innovaciones en diversas industrias.

(b) Programas de training vocacional continuo. Los empresarios están dispuestos a financiar pasantías para jóvenes; ejemplo, Siemens ha gastado US$220M por año en su programa de pasantías para 10.000 jóvenes, y lo percibe como una "inversión en innovación" por cuanto: (i) los jóvenes aprenden y generan ideas innovadoras; (ii) estos jóvenes serán los trabajadores del futuro.

(c) Acceso de financiamiento estable de largo plazo para Pymes a través de Bancos de Desarrollo.

(d) Sistema de protección a los trabajadores. Los sindicatos actúan simultáneamente como intermediarios y divulgadores del conocimiento especializado.

Alemania ha implementado un ecosistema entre asociaciones gremiales, sindicatos y académicos prácticamente a nivel de casi todas las ramas industriales para que éstas desarrollen las aptitudes requeridas para adquirir un nivel de competitividad internacional.

En general, Alemania no aplica una política de escoger sectores ganadores ("picking the winners") por la vía de la focalización de subsidios en sectores específicos seleccionados por burócratas gubernamentales. La lógica de la política alemana está orientada a utilizar instrumentos y subsidios intra-industriales focalizados en programas de training colaborativos, la coordinación de cadenas complejas de abastecimientos, difusión de las mejores prácticas productivas del sector y la identificación y eliminación de cuellos de botella que bloquean la innovación.

El objetivo de la creación de este ecosistema intra-industrial es la generación de confianzas recíprocas, la colaboración entre empresas y los agentes económicos y estimular el aprendizaje mutuo.

Estados Unidos[48]. Existe la percepción de que el Gobierno norteamericano no utiliza "políticas industriales". Ningún gobierno (EE.UU.) va a decir que selecciona sectores ganadores ni escoge a los "campeones nacionales" ("national champions"); el marketing y la retórica permanente es "we do not do industrial policy". Un interesante artículo de Stensrud (2016) provee una detallada revisión del conjunto de políticas industriales aplicado por EE.UU.; aquí proporcionaremos una breve síntesis.

El Presidente Reagan focalizó la intervención gubernamental en "áreas estratégicas": industrias de alta tecnología ("high tech"). El objetivo era que EE.UU. adquiriera el liderazgo científico y tecnológico en la producción de productos comerciales elaborados por empresas locales. Para esto se crearon laboratorios federales (proyecto Genoma Humano), el Consorcio Sematech (para revitalizar la industria de semiconductores) y la Iniciativa ARPA (para impulsar la industria de computadores), el Programa de Investigación e Innovación de Pyme, la generación de la industria farmacéutica de genéricos (Hatch-Waxman

[48]Esta sección está basada en Helper, et.al. (2012), Stensrud (2016), National Economic Council (2016).

Act, 1984) y la creación del National Centre for Manufacturing Sciences (que recibió fondos públicos para el desarrollo de nuevas tecnologías para el sector manufacturero).

El Presidente Obama diseñó una política industrial que tenía diversos objetivos: eficiencia industrial, competitividad internacional, empleo, calentamiento global e independencia energética. Para lograr estos objetivos la política se focalizó en sectores específicos. Por ejemplo: (i) La creación de Institutos de Innovación Manufactureros (alrededor de 15) para conectar la investigación (centros I+D y universidades) a las empresas productivas. Esto aumentaría la competitividad internacional. (ii) Reentrenamiento y mejoramiento de las habilidades de la fuerza de trabajo industrial; programa "learning while earning". En estos objetivos el Gobierno destinó US$500M a US$1.000M anuales por 4 años.

Veamos ahora brevemente medidas diversas de los gobiernos norteamericanos con un foco específico (pero que se no les llama "políticas industriales"):
a) Subsidio a Industrias. Entre el año 2000 y 2015 el Gobierno Federal proporcionó US$ 68 Billones en exenciones tributarias a las empresas: 6 grandes compañías recibieron un monto superior a US$1 B: Iberdrola, NextEra Energy, NRG Energy, Southern Company, Summit Power y Energy. Menos de 600 empresas recibieron el 66% del total. Estas seis grandes empresas de energía recibieron más de US$23B como parte de una estrategia de cambiar la dependencia de la economía norteamericana del carbón y petróleo convencional hacia fuentes alternativas. Esto generó el uso de la tecnología de "fracking" (fractura hidráulica) y perforación horizontal para la explotación de esquisto (shale).
b) Subsidios locales a empresas específicas. Fondos federales son canalizados a los estados y comunas para financiar subsidios locales a: (i) Boeing ($13.2B), para que la compañía mantenga la producción de su jet 777 en el estado de Washington, asegurando una parte importante de los empleos de ese estado. (ii) Alcoa (US$5.6 B), para subsidiar el costo de su electricidad (a un 25% del precio). A cambio, Alcoa se comprometió a invertir US$600M en su planta de Nueva York, y a eliminar menos del 15% de los empleos. (iii) Otras empresas subsidiadas: Intel (US$3.9 B), General Motors (US $3.5 B) y Ford (US$2.5 B).

c) Compras Gubernamentales. Muchos de los "campeones nacionales" ("national champions"), incluyendo IBM, Boeing, Caterpillar, Lockheed y Motorola, han dependido de cuantiosos contratos del Gobierno. De hecho, la competitividad internacional de la mayoría de las empresas norteamericanas ha resultado del financiamiento público a actividades de I+D y a contratos públicos por cuestiones de "defensa" (aviación, el desarrollo de Internet y los semiconductores) y "salud" (ingeniería genética y farmacéuticas). Como complemento ha habido legislación local para excluir a compañías extranjeras de participar en los contratos gubernamentales por motivos de "defensa" y "salud". Además, sucesivos gobiernos han establecido programas del tipo "Buy American", que requieren que programas que tienen financiamiento fiscal les den preferencia a bienes y servicios producidos en EEUU[49].

Por otra parte, durante gran parte de los siglos XX y XXI EE.UU. ha destinado una parte importante de PIB al desarrollo de su capacidad militar; esto ha estimulado sectores como el aerotransporte, la energía nuclear, la automatización y el control remoto. Adicionalmente, los contratos gubernamentales han promovido el rápido crecimiento de las industrias de la aviación, comunicaciones, electrónica y computadores.

d) "Too big to fail". Hay varios casos de sectores y empresas norteamericanas que han sido rescatadas por el Gobierno debido a su importancia estratégica, como la industria del acero o el sector financiero, por su rol central en la economía, o el sector automotor para proteger empleos. En este último caso, el Gobierno ha intervenido en las compañías alterando su estructura corporativa para hacerlas más competitivas. En el periodo 2008-2009 los préstamos a Chrysler y General Motors alcanzaron a US$65 B[50].

e) Incentivos tributarios estatales. Los estados de EE.UU. utilizan incentivos tributarios para atraer a compañías específicas a su territorio. (i) Nevada le proporcionó un paquete de subsidios tributarios (2014) a Tesla Motors de US$1.3B, constituido por reducciones a impuestos a las ventas, contribuciones de los bienes raíces y modificación del impuesto a las empresas. (ii) Oregón le proporcionó un beneficio tributario a la empresa

[49]En el año 2006 las empresas extranjeras representan sólo el 2% de las compras gubernamentales de EE.UU. Ningún otro país desarrollado tiene restricciones legales tan estrictas como EE.UU. para las compras gubernamentales. "Ni la Unión Europea, Canadá, Japón o China ponen trabas legales a la procedencia de origen de los proveedores del Gobierno".
[50]Ambas compañías le plantearon al Congreso norteamericano que sin ayuda del Gobierno irían a la quiebra.

INTEL, equivalente a US$2 B, vía exenciones en las contribuciones de bienes raíces (por 30 años).

f) Acceso a financiamiento. El Small Business Administration (SBA) fue establecido en 1953 para promover los intereses de la Pyme vía una variedad de programas: contratos gubernamentales, capital de riesgo, financiamiento de programas de capacitación, dar préstamos financieros. El SBA puede dar garantías a préstamos de Pymes por montos que fluctúan entre US$2 M y US$5 M.

Con posterioridad a la crisis financiera de 2008 el Presidente Obama reorientó la "política industrial" hacia la Pyme, señalando que ésta "genera 2 de cada 3 nuevos empleos e inicia nuevas actividades productivas a través del país". Desde 2009, el SBA ha apoyado (y proporcionado) a las Pymes 335.000 préstamos. Entre 2009 y 2011 el SBA proporcionó US$53B de garantías a los préstamos de la Pyme; además US$221 B de dinero federal fueron otorgados a contratos adjudicados a la Pyme.

g) Apoyo a las exportaciones. El Gobierno se ha preocupado de que se establezcan relaciones entre los exportadores norteamericanos y los importadores externos a través de diversos mecanismos: organizando promociones dentro de EE.UU. para empresas exportadoras específicas (apoyo financiero a 1.100 compañías para acompañar 135 misiones comerciales a 55 países) y grandes ferias (exposiciones) comerciales internas (apoyando la participación de 35.000 empresas extranjeras para que participen en las ferias comerciales).

Por otra parte, los exportadores norteamericanos pueden acceder directamente a créditos del Export Import Bank (Ex-Im Bank). Este banco también proporciona garantías, préstamos y seguros a los importadores extranjeros, quienes no tienen acceso a créditos de la banca privada. En el año 2012 el Ex Im Bank apoyó alrededor de US$ 50 B de exportaciones norteamericanas; esta cifra disminuye a US$12 B en el año 2015. El Ex Im Bank estima que el 81% de sus transacciones ha beneficiado a las Pymes.

Revisando esta lista de medidas y montos involucrados, ¿podría alguien aseverar que EE.UU. no tiene "política industrial"? A nuestro juicio, la enumeración anterior constituye una especie de manual sobre cómo implementar una política industrial en el siglo XXI. Esto debería ir complementado por una "estrategia de marketing" en que el Gobierno reitere que no está dentro de sus objetivos la aplicación de una política industrial[51].

Al comparar las políticas industriales de Alemania y EE.UU. se ha sugerido la siguiente diferencia: evolución vs. revolución (Schroeder, 2016). Alemania plantea que la inserción de la actividad productiva en la Revolución Industrial 4.0 debería ser de naturaleza gradual y evolutiva; el debate está orientado a cómo digitalizar la industria. Aún más, cómo digitalizar a toda la sociedad, personas, empresas, Gobierno. En cambio, en EE.UU., aplican fielmente el dictum de Schumpeter sobre la "innovación destructiva"; la Industria 4.0 representa la modernización y el futuro, por lo tanto los que no se digitalizan (automatizan y robotizan) por su cuenta, tienen que salir del mercado y dejarle el espacio a las empresas de Silicon Valley.

Pero también en EE.UU. está la preocupación de que la inserción de las actividades productivas en la Revolución Industrial 4.0 no va a ser un proceso fácil ni automático; esto está afectando la competitividad de la economía norteamericana. Para que esto suceda EE.UU. tiene que resolver los siguientes desafíos (Helper, et.al., 2012): (a) Apoyar la I+D. EE.UU. está rankeado en el lugar 22 (OCDE) según el porcentaje PIB destinado a I+D. Además, tiene que haber un apoyo específico para la I+D aplicada. (b) Hay que generar programas de recalificación, reentrenamiento y capacitación a lo largo de toda la vida de todos los trabajadores a todos los niveles. No se aprecia de parte del Gobierno preocupación por programas o recursos destinados a digitalizar a las personas o empresas.

Italia[52]. La industria italiana quiere desempeñar un rol relevante a nivel internacional; se argumenta que esto requiere un papel activo de la política pública para reconstruir y modernizar las capacidades manufactureras. Para este efecto, Italia ha creado y promovido varias iniciativas y consorcios que tienen como objetivo convertir a la manufactura en el motor de crecimiento de la economía.

Una de las iniciativas es el Cluster Tecnológico de Empresas Inteligentes (Ministerio de Educación y Ciencias) que ha centralizado los diversos y dispersos agentes de la manufactura. Se ha concentrado en crear una "Comunidad

[51]Esta estrategia de marketing estaría orientada a los economistas ortodoxos.
[52]Esta sub-sección está basada en MEF (2018), Fabbrica Intelligente (2017) y Lucchese et. al. (2016).

Manufacturera" con una visión de largo plazo para el sector; para este efecto está elaborando un "road map" ("hoja de ruta") sobre el rol de la manufactura en Italia y en la Unión Europea. Dispone de €45 millones, que espera que sean complementados por el sector privado para elaborar una estrategia basada en la investigación y la innovación, que guíe la transformación del sector manufacturero hacia la producción de nuevos bienes, servicios, procesos y tecnologías. Las prioridades de investigación deberían focalizarse en: manufactura sustentable, manufactura adaptativa, manufactura inteligente y manufactura sofisticada.

Veamos ahora una serie de iniciativas y programas dirigidos a la Empresa 4.0 que cuentan con recursos públicos. Utilizaremos la siguiente clasificación: (a) Medidas Financieras para las empresas. (b) Fondos Estructurales. (c) Capital Humano.

a) Medidas Financieras para las empresas. El propósito central es el aumento de la capitalización de la empresa y mejorar el acceso al mercado financiero: (i) Aumentar el aval estatal a los créditos para las Pymes. (ii) Apoyo a mecanismos de financiamiento alternativo al bancario, como el "crowdfunding" y la "securitización". (iii) Estímulo a las empresas para que ingresen al mercado de capitales vía acciones emitidas. Esto es complementado con apoyo profesional para el mejoramiento de la "gobernanza" de la empresa, aumentando su transparencia, la calidad de su administración y asesoría para la adquisición de competencias financieras. (iv) Incentivos tributarios para la inversión en maquinaria vía el uso de depreciación acelerada de hasta el 140% del costo original. (v) La "caja de patentes", que proporciona créditos tributarios por los ingresos que una empresa tiene de una patente, licencia o software; el crédito tributario puede alcanzar al 50% del ingreso obtenido y se deduce directamente de la base tributaria. (vi) Créditos tributarios para el financiamiento de I+D de las empresas realizadas conjuntamente con universidades. Este crédito tributario está focalizado en la existencia de "adicionalidad".

b) Fondos Estructurales para la creación de una Red Nacional de Centros Sofisticados. Estos centros deberían cumplir distintos roles: Diseminar el conocimiento de la Tecnología 4.0. Apoyar la transferencia de las Tecnologías 4.0 a las empresas. Apoyo a empresas "start up" focalizadas en la innovación. Para ser miembro de esta Red Nacional de Centros Sofisticados hay un proceso de selección vía concursos públicos.

c) Capital Humano y la Agenda Digital. La Revolución Industrial 4.0 implica varios y diversos desafíos para las personas y las empresas. Se dice que "las 10 profesiones que tienen ahora mayor demanda no existían hace 10 años". Luego las escuelas, los centros de formación técnica y las universidades debieran incorporar en su currículo las nuevas competencias digitales requeridas por la Revolución Industrial 4.0. Esto va a requerir introducir metodologías de enseñanza basadas en experiencia práctica. Por su parte, las empresas van a tener que capacitar y entrenar a sus trabajadores para que utilicen y dominen las tecnologías digitales. Para estos programas y cursos de capacitación y calificación el Estado proporciona créditos tributarios de hasta un 40% del costo; hay incentivos máximos de € 300.000/año.

Hay otros subsidios fiscales a las empresas: (i) Inversión en la instalación de banda ancha. (ii) Importantes recursos para el Plan "Hecho en Italia" que apoya la cadena de distribución y ventas locales.

Reino Unido[53]. La industria ha experimentado un proceso de desindustrialización. El foco está en la identificación y análisis de los factores que influencian la evolución del sector manufacturero inglés. Examinar cuáles desafíos y oportunidades requieren una acción conjunta del Gobierno y del sector industrial.
Reiterando lo señalado previamente, el Gobierno plantea una Estrategia Industrial Moderna que va a ayudar a las empresas a crear empleos de calidad a lo largo de todo el país.
Esta Estrategia Industrial va a definir las decisiones que hay que tomar ahora y en el futuro. Las políticas centrales planteadas son:
• Aumentar I+D al 2.4% (PIB) en el 2027 (10 años más)
• Aumentar la tasa de crédito por gasto en I+D al 12%
• Invertir £ 725M en la nueva Estrategia Industrial para capturar el valor de la innovación

[53]Esto está basado en Industrial Strategy (2017).

• Invertir adicionalmente £ 406M en educación STEM y digital
• Crear un nuevo Programa Nacional de Capacitación de £ 64M para apoyar el entrenamiento y calificación de trabajadores en lo digital
• Aumentar el Fondo de Inversiones Estratégicas para la Productividad en £ 31B para apoyar la inversión en infraestructura digital
• Incrementar la infraestructura digital con una inversión pública de £ 1.000M que incluye £ 176M para 5G y £ 200M para redes de fibra óptica para todas las localidades que no la tienen.

Desafíos que se plantea la Estrategia Industrial son: (a) Poner a UK en la frontera de Big Data y la Inteligencia Artificial. (b) Maximizar las ventajas de UK para generar un crecimiento limpio. (c) Orientar las posibilidades proporcionadas por la innovación para resolver las necesidades de la tercera edad.

El Report WEF (2018) sugiere que los nuevos enfoques de colaboración público-privada deberán complementar los modelos tradicionales y nuevos del sector productivo para lograr implementar la Revolución Industrial 4.0, y generar nuevo valor agregado a nivel nacional.

Rol del Estado. El planteamiento del Report WEF (2018) implica sustituir el Estado Subsidiario por el Estado Emprendedor[54]. La economista italiana Mariana Mazzucato dedica todo un capítulo de su libro "El Estado Emprendedor" al IPhone. Señala que ese producto es el resultado de combinar varias innovaciones (comunicación celular, GPS, pantalla táctil, Internet, microchips), y que todas y cada una de esas innovaciones fueron originadas por programas estatales. Según ella, la mayoría de los productos de alta tecnología que se comercializan hoy -desde fármacos hasta drones- se basan en adelantos tecnológicos que se originaron en el Estado. Finalmente, ella recomienda "no hacer lo que EE.UU. dice que hace, sino lo que EE.UU. realmente hace".

Bancos de Desarrollo y su gobernanza. En otro plano, la KFW es el banco de desarrollo de Alemania desde 1948, de propiedad estatal. En 2017 aportó financiamiento de segundo piso por casi 80 mil millones de euros, además de asesorías y asistencia técnica. Su gobernanza es su principal fortaleza, ya que ha impedido su captura por parte del poder político o de grupos de interés. Banca de desarrollo como la KFW existe en la mayoría de los países desarrollados.

Creación de un ecosistema. Nueva Zelanda, un país de menos de 5 millones de habitantes, es una potencia mundial en la industria de lácteos y de carne de vacuno. El desarrollo de esas industrias fue promovida de manera persistente y por largos años por el Estado. La idea detrás de ese esfuerzo fue que se debía crear un ecosistema (frigoríficos, mataderos, puertos, carreteras, certificación, biotecnología, etc.), y que el mercado, por sí solo, no es capaz de resolver las fallas de coordinación que eso implica.

Más recientemente, en un esfuerzo de cooperación público-privada, los neozelandeses desarrollaron un derivado de la madera de una dureza que permite reemplazar las estructuras de acero en construcciones menores. Su mercado es especialmente China. Se interesaron en ese tema en virtud de la expansión de la modernidad en ese país desde la zona centro-sur hacia el hinterland, lo que implicará un esfuerzo de construcción gigantesco.

Los países desarrollados plantean diferentes focos para analizar el quehacer respecto de la Industria 4.0. El sentido estratégico es incorporarse desde ya a la producción del futuro, para que el futuro no los transforme en perdedores. En esa perspectiva no hay complejos respecto de introducir subsidios. Lo que no se descuida es la gobernanza del programa para impedir su captura por parte del poder político o de grupos de interés[55]. Esto obviamente condiciona su análisis y el tipo de soluciones.

ANEXO B

Algunos Beneficios Adicionales de la RI 4.0

1.- La recolección de datos sobre el funcionamiento del equipo y la maquinaria, y el análisis de estos datos, genera un cambio de fondo respecto del proceso de mantención de los equipos y maquinarias. Los sensores dispuestos en la maquinaria proporcionan un monitoreo continuo del funcionamiento de ésta, de forma tal de poder detectar cualquier anomalía. Esto genera modelos

[54]Esta idea ha sido planteada por Manuel Marfán en una columna en el diario La Tercera.
[55]En Chile, mientras tanto, seguimos pensando que el Estado debe intervenir sólo en aquellas actividades que el sector privado o el mercado no pueden realizar. El tren de la Revolución Industrial 4.0 ya partió, y nos estamos quedando abajo.

predictivos de posibles fallas, y permite elaborar programas de mantención. Además, habrá reducciones importantes de inventarios, reducción de costos de logística y de manejo de materiales, disminuciones en los tiempos de transporte.

2.- El uso de data análisis va a mejorar la relación con los consumidores y detectar rápidamente cambios en el patrón de preferencias y gustos. Además, mejorará el servicio posventa y generará una mayor fidelización. Data análisis permitirá comprender mejor y considerar las necesidades de los consumidores, lo cual habilitará desarrollar nuevos productos.

3.- Innovación colaborativa. La diversidad de consumidores y las variaciones en la demanda de éstos -agregado a la logística requerida para hacer llegar los bienes al hogar de los consumidores- está modificando el modelo de negocios. Las empresas o grupos de empresas se asocian para crear una plataforma tipo Amazon, donde se exhiben los diversos bienes. En este esquema, los servicios de distribución adquieren importancia. En breve, las plataformas tipo Amazon son los malls del futuro. Una interesante implicancia consistiría en que la empresa tiene la opción de comercializar directamente la producción de sus bienes.

4.- Puede establecerse una integración virtual horizontal con los proveedores para que éstos introduzcan las tecnologías e innovaciones adecuadas y una integración virtual vertical con los consumidores.

ANEXO C

Diversas Estrategias de Países para Incorporar la Tecnología Moderna[56]

El tópico de la incorporación de la Tecnología 4.0 en el país sugiere qué estrategias se han utilizado previamente. Revisando el comportamiento empírico es posible observar diversas estrategias para incorporar la tecnología moderna y generar innovación. Veamos esto brevemente.

La producción industrial y la generación de innovación en Alemania se basa en relaciones de largo plazo entre empresas, trabajadores, proveedores cercanos con las competencias necesarias y con diferentes "capabilidades", institutos tecnológicos (con un fuerte y sostenido apoyo público; ej. Institutos Fraunhofer) y los consumidores. No se crean muchas nuevas empresas. Lo que ocurre son transformaciones de las empresas existentes, con modernizaciones, capacitación y recapacitación de profesionales y trabajadores, reconversión y readaptación a la nueva demanda.

A diferencia de Alemania, en EE.UU. hay muchas nuevas empresas que se crean vía startups. Esto está en concordancia con el modelo individualista de la sociedad norteamericana y con la gran expansión de las TIC. El startup se focaliza en la solución de un problema específico. Estos startups pueden crearse en cualquier sector, pero preferentemente han estado ligados al sector TIC. La existencia de empresas de capital de riesgo e "inversionistas ángeles" ayuda a financiar a los startups; también hay otras opciones de financiamiento como factoring, crowdfunding (en red). Además, los agentes económicos norteamericanos son relativamente más propensos a tomar riesgos.

El modelo asiático para la generación de innovación ha aplicado la estrategia "de la imitación a la innovación". El objetivo final de la imitación: "superar al original". Para este efecto se han seguido las siguientes tres etapas: (i) Replicar el original pero a menor costo. (ii) Imitación creativa, en que se mejora la calidad del original. Esto sería "la originalidad de la copia", i.e., la copia supera al original. (iii) Creación de un nuevo producto; esto corresponde a un salto innovador inspirado por el producto existente.

Para la implementación de la estrategia "de la imitación a la innovación" los países asiáticos han aplicado los siguientes mecanismos: ingeniería reversa; reingeniería de procesos maduros y vigentes, haciéndolos más eficientes y rápidos; rediseño de los productos existentes y generación de productos sustitutos locales, y convenios específicos con los inversionistas extranjeros que tienen cláusulas de transferencias del know how tecnológico. Veamos más en detalle el caso de la OEM.

La Manufactura de Equipos Originales (OEM)[57]

[56]Esta sección está basada en Cohen y Levinthal (1990), Bell (2009) y Lall (1992); ver referencias de esta sección en Meller & Parodi (2016; 2017).
[57]Basado en Hobday (2000) – OEM – Original Equipment Manufacture

es una forma específica de subcontratación que surge de la operación conjunta de una empresa multinacional (EMN) y un productor local. Bajo la OEM el productor local ge¬nera un producto siguiendo las especificaciones de la EMN, la que después, usan¬do su propia marca y canales de distribución, lo lleva al mercado. Este mecanismo fue particularmente importante en los países asiáticos, sobre todo en el sector de artículos electrónicos.

Dado que la EMN depende de la calidad de la producción llevada a cabo por la empre¬sa local y del precio final del producto, esta empresa tiene incentivos para brindar canales de apoyo y asesoría al productor local; dentro de los cuales encontramos ayuda en: selección y obtención de bienes de capital; capacitación gerencial, de ingenieros y técnicos; asesorías en financiamiento, producción y administración. Es por esto que la OEM tiene la potencialidad de generar transferencia tecnológica mucho más efectiva que otros mecanismos.

Dentro de las formas de transferencia tecnológica analizadas, la OEM destaca por dos aspectos centrales: (i) permite aprovechar mercados y canales de distribución que generalmente no están disponibles para empresas de PED; (ii) establece transferencia de conocimientos a niveles que son difíciles de alcan¬zar por medio de otras vías; por ejemplo, management, habilidades productivas y transferencia de conocimiento tácito en diversas áreas.

El principal desafío de este mecanismo radica en que la empresa local debe, a lo largo del tiempo, acumular la "capabilidad" tecnológica que le permita pasar a la producción de bienes más sofisticados; la ingeniería reversa ha sido ampliamente utilizada como herramienta complementaria para la acumulación de "capabilidad" tecnológica por este tipo de empresas.

Diseño y Diagramación
ERREFE Producciones
www.errefe.cl

Av. Andrés Bello 2777, piso 4, oficina 401. Las Condes, Santiago
Tel: 56 22 4216500 – 56 22 4216501
www.asimet.cl

Apoquindo 3500 Piso 7, Las Condes
Tel: 56 22 3472200
www.consejominero.cl